Lo Zen e il tiro con...laser

Ciclo di incontri per conoscere meglio che cosa serve per fare un buon rilievo ipogeo ed esportarlo nei più comuni software di restituzione grafica

CALENDARIO E ARGOMENTI

MARTEDI' 19 MAGGIO 2020, ore 21:15
Leonardo Piccini – moderatore Marco Innocenzi
Come misurare?

GIOVEDI' 21 MAGGIO 2020, ore 21:15
Leonardo Piccini – moderatore Marco Innocenzi
Cosa misurare?

MARTEDI' 26 MAGGIO 2020, ore 21:15
Leonardo Piccini – moderatore Marco Innocenzi
Come elaborare?

GIOVEDI' 28 MAGGIO 2020 ore 21:15
Leonardo Piccini, Danilo Magnani
moderatore Giulio Della Croce
Come rappresentare?

Federazione Speleologica Toscana
www.speleotoscana.it

contatti:
info@speleotoscana.it

Gli incontri si terranno sulla piattaforma **Gsuite** dal link: **https://meet.google.com/**meet.google.com

1

Introduzione

Queste diapositive sono tratte dalle presentazioni tenute dal sottoscritto durante il ciclo d'incontri organizzato dalla Federazione Speleologica Toscana dedicate al rilievo delle grotte.

Non si tratta di un manuale di rilievo, ma solo di una serie di indicazioni che riguardano le nuove tendenze del rilievo speleologico, sempre più condizionato dall'uso di strumenti elettronici e sofisticati programmi di elaborazione.

L'uso delle nuove tecnologie non deve far dimenticare che un rilievo speleologico è una rappresentazione di una grotta inevitabilmente mediata dalla percezione che l'uomo ha di quel particolare ambiente. E' quindi qualcosa di almeno parzialmente soggettivo che deve però fornire informazioni dettagliate e il più possibile oggettive.

Per questa ragione è importante che i rilievi speleologici vengano eseguiti tenendo conto di alcuni principi base che prescindono dalla tecnologia utilizzata.

BUON RILIEVO A TUTTI!

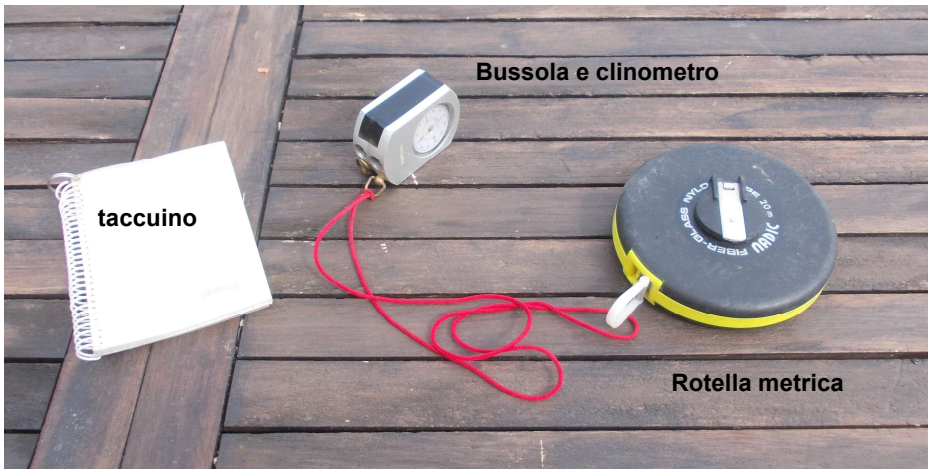
Leonardo Piccini

2

GLI STRUMENTI ANALOGICI

Strumentazione semplice, robusta e efficace, ancora valida per piccoli rilievi, zone difficili o allagate, o quando non c'è possibilità di ricaricare batterie.

Quando si lavora in zone in cui non si può tornare (es. in spedizione o in zone di difficile accesso) bisognerebbe averla sempre come strumentazione di riserva.



3

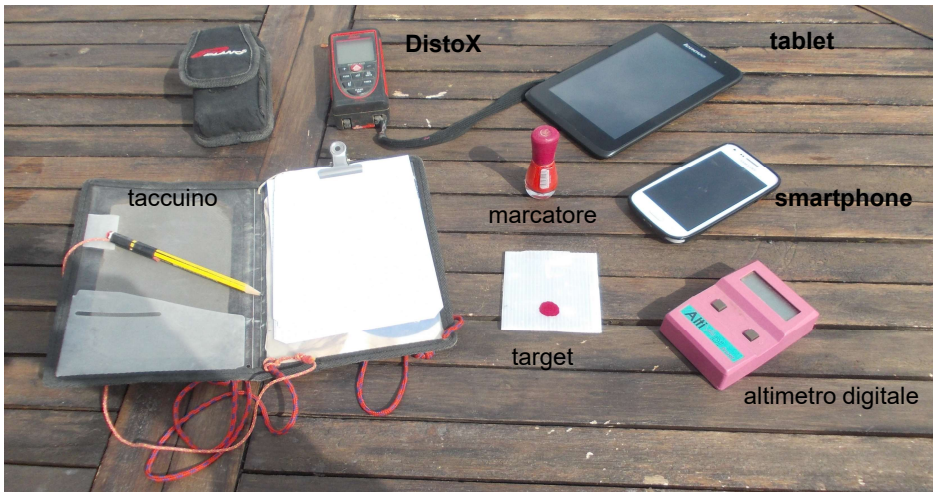
STRUMENTAZIONE L'ELETTRONICA

Negli anni 80 fanno la comparsa i primi **altimetri** elettronici di precisione, che diventano utili per misurare i dislivelli (e lo sono ancora).

Negli anni 90 fanno la comparsa anche i distanziometri, che permettono la misure laterali (sinistra, destra, alto, basso, ecc.) che prima venivano spesso stimate a occhio.

4

L'ERA MODERNA
La vera rivoluzione è recente e viene dalla messa a punto di uno strumento che raccoglie distanziometro, bussola e clinometro: il **DistoX**.
Palmare, tablet o smartphone permettono la pre-elaborazione dei dati durante le operazioni di rilievo in grotta.



5

IL DISTOX (seconda generazione)

E' una modifica di un distanziometro Leica DISTO X 310, messa a punto dallo svizzero Beat Heeb nel 2008.

In pratica bisogna acquistare lo strumento originale e a parte la scheda elettronica da sostituire, il tutto fatto con la miglior perizia possibile.

Il funzionamento è banale: si accende e si preme nuovamente il tasto rosso puntando il raggio laser sul bersaglio, ottenendo così i valori di azimut (direzione rispetto al nord magnetico locale), inclinazione (rispetto all'orizzontale) e la distanza tra lo strumento e il punto traguardato.

Per saperne di più consultate:
https://paperless.bheeb.ch/
http://archive.org/details/distoxandtopodroid

6

CALIBRAZIONE e CALIBRATORI

Il Distox richiede una attenta calibrazione per avere misure conformi indipendentemente dal suo orientamento. La calibrazione va ripetuta frequentemente (ogni 2-3 uscite, o 2-3 mesi), in un luogo privo di interferenze elettromagnetiche. Utile l'uso di sistemi di collimazione autocostruiti.

Esempio di **collimatore** costituito da una semplice asta di legno con punto di appoggio del DistoX (origine) e linea di collimazione.

Il sistema permette di ripetere la stessa misurazione orientata come si vuole e ruotando lo strumento sul suo asse ottico.

7

Rilievo speleologico – come misurare

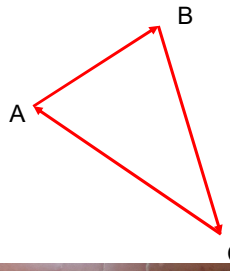
VERIFICA CALIBRATURA

Si posso fare varie prove per controllare la bontà della calibrazione.

Rotolamento – eseguire 4 misure da un punto a un bersaglio fissi ruotando il DistoX di 90° sul suo asse ottico.

Il **triangolo** – eseguire tre misure unendo i punti di un triangolo di qualche metro di lato e verificare la chiusura.

La **cornice** – eseguire 4 misure appoggiando lo strumento sui 4 lati interni o esterni di una cornice in legno (priva di parti metalliche) e verificare che gli azimut differiscano esattamente di 90°. Ripetere l'operazione in senso inverso. Ripetere con la cornice verticale e verificare anche le inclinazioni.



8

IL BERSAGLIO (TARGET)

Le operazioni di rilievo in grotta risultano molto più semplici e precise utilizzando un bersaglio, realizzato ad esempio con un rettangolo in plastica o altro materiale di colore ben visibile.

Il bersaglio deve avere un punto di collimazione a circa 1,5 cm dal bordo di appoggio. In questo modo si riduce l'errore di traguardazione tra punto segnato su roccia e punto di origine del raggio laser. In pratica i reali punti di poligonale si troveranno 1,5 cm sopra (o a fianco se in parete) del punto marcato.

9

INTERFERENZE MAGNETICHE

Le misure di direzione (azimut) possono essere disturbate da masse ferrose o elementi ferro-magnetici e circuiti elettrici. Chi usa il DistoX deve evitare di avere oggetti di ferro addosso e comunque tenersi a distanza dallo strumento.

10

UTILIZZO PER MISURE PRECISE E UN USO DURATURO

Portare lo strumento in una custodia antiurto e impermeabile.

Non mettere il DistoX nei sacchi insieme ad oggetti duri e masse ferrose o batterie.

Togliersi i guanti ad ogni misura.

Utilizzare il lacciolo al polso quando si lavora su pozzi o passaggi con pavimento irregolare.

Fare misure il più possibile tenendo lo strumento in posizione orizzontale (schermo rivolto verso l'alto).

Impugnare saldamente lo strumento con un mano e premere il pulsante con l'altra.

11

LA SQUADRA DI RILIEVO

La squadra ottimale è teoricamente composta da tre operatori:
uno al tablet/palmare, uno al DistoX, uno al bersaglio.

In genere si pensa che il ruolo più importante e difficile sia quello di utilizzare il tablet, e spesso gli altri ruoli vengono destinati a persone inesperte, ma in realtà chi «costruisce» il rilievo è chi sceglie i caposaldi, cioè chi gestisce il bersaglio.

Chi fa davvero il rilievo è chi decide i caposaldi… perché da queste scelta dipende la qualità del risultato finale. Per questo motivo è bene che questa operazione sia eseguita da persone di una certa esperienza.

In una squadra composta da due persone, la più esperta gestisce il bersaglio e il tablet, provvedendo anche al disegno.

Il DistoX permette di operare anche da soli, eseguendo misure in senso inverso.

12

TIPI DI MISURE:

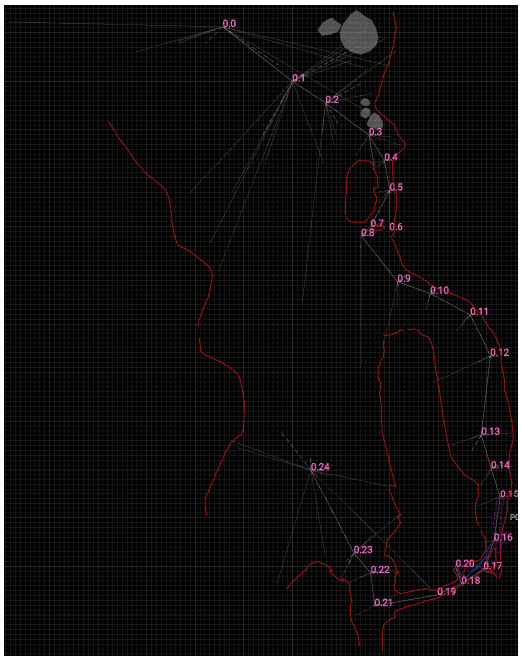
TIRO DI POLIGONALE

INGOMBRI - LRUD

CONTORNI – SPLAY

Il DistoX permette di fare oltre alle misurazioni della poligonale, anche misure accessorie utili per disegnare i contorni delle pareti in pianta e sezione.

Queste misure hanno origine nei caposaldi e vanno indirizzate verso punti in grado di descrivere la forma degli ambienti.



13

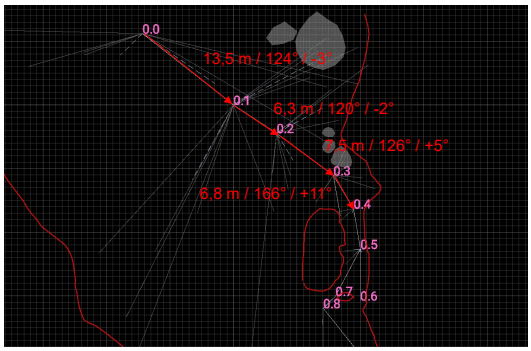
TIRO DI POLIGONALE

I rilievi si costruiscono sulla base di una linea o più linee spezzate che seguono l'andamento della grotta, dette **poligonali**.

I nodi di queste poli-linee sono legati a due a due da tre parametri univoci: distanza, direzione (azimut) e inclinazione.

Queste tre misure insieme costituiscono il cosiddetto «tiro» (ingl. shot).

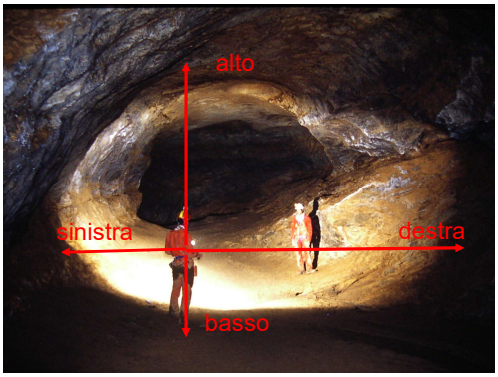
I programmi di rilievo che si usano in grotta in accoppiamento col DistoX riconoscono solitamente come «tiro» un set di tre misure uguali (entro un errore definito).

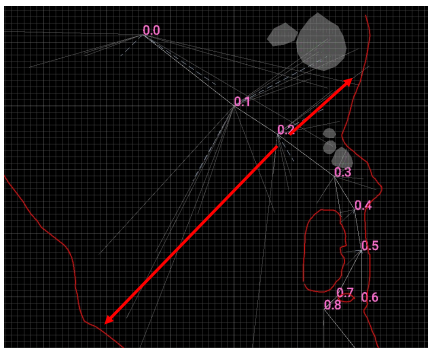


14

INGOMBRI – LRUD

Con l'arrivo dei distanziometri è invalsa l'usanza di prendere da ogni caposaldo anche misure laterali (sinistra/destra) e verticali (alto basso) al fine di rendere il disegno più conforme alle reali dimensioni della grotta.





Esistono una serie di problemi riguardo al modo in cui prendere queste misure di cui parleremo successivamente.

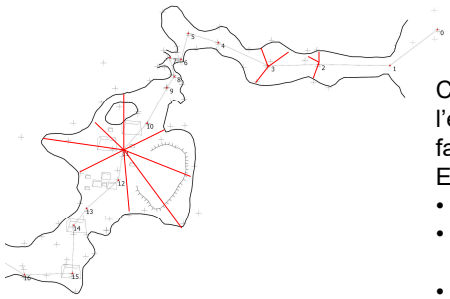
Il primo problema è che sinistra e destranon sono direzioni univoche, pouché dipendono dal verso di osservazione…

15

CONTORNI (splay)

La facilità di uso del DistoX ha portato a prendere ulteriori misure di ingombro in varie direzioni al fine di disegnare con più precisione i contorni.

Anche queste misure van prese con criterio, non in numero eccessivo ed evitando incroci tra misure provenienti da caposaldi diversi.



Conviene adottare dei criteri standard per l'esecuzione degli splay, in modo da non farsi prendere troppo la mano…
Esempio:.

- misure solo in avanti,
- 4 misure sul piano orizzontale 4 sul piano verticale a circa 45° rispetto a LR e UD,
- minimi punti significativi,
- ecc…

16

ORDINE DELLE MISURE

Esistono varie scuole di pensiero.
L'ordine più logico sarebbe quello «gerarchico», cioè d'importanza:
Tiro >> ingombro laterale (LRUD) >> contorni (splay).

Molti preferiscono tracciare prima il contorno (in ordine più o meno casuale) e quindi fare il tiro. Il motivo sta nel fatto che a volte la tripletta di tiro non è facile da fare e misure sbagliate vengono comunque inserite tra gli splay. Se si fanno tiri corti in genere il problema non sussiste (a parte che sui pozzi…).

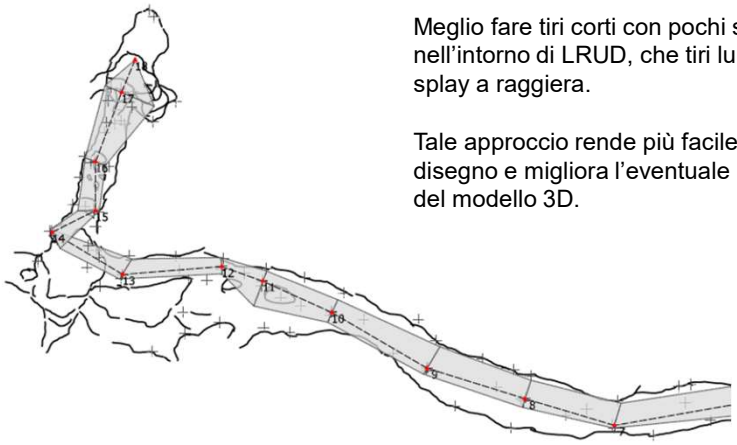
C'è poi il problema del punto a cui agganciare le misure di contorno. L'associazione più logica è al punto di partenza con LRUD perpendicolari alla traiettoria verso il punto successivo, ma come vedremo questo problema richiede qualche approfondimento.

In assenza di uno standard esistono quindi varie combinazioni possibili nell'ordine con cui sono fatte le misure. Questo rende i dataset dei rilievi speleologici degli insiemi di numeri non facilmente gestibili.

17

LA FILOSOFIA DEI TIRI CORTI

In passato si tendeva a fare tiri lunghi per economizzare il tempo di rilievo.
Questa abitudine sopravvive anche oggi ma non ha più ragione di essere.



Meglio fare tiri corti con pochi splay nell'intorno di LRUD, che tiri lunghi con molti splay a raggiera.

Tale approccio rende più facile e preciso il disegno e migliora l'eventuale restituzione del modello 3D.

18

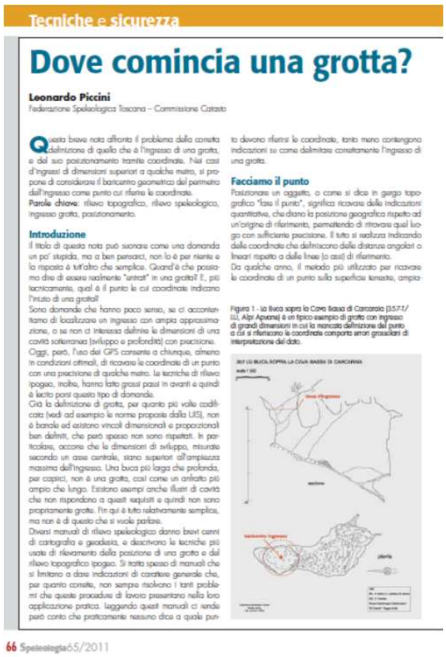
IL PUNTO ZERO

Ogni rilievo ha un suo inizio, un punto di **origine;** ma come lo si sceglie?

Il rilievo di una grotta inizia in genere in corrispondenza dell'ingresso: ma come si definisce esattamente **l'ingresso di una grotta**?

Il problema è tutt'altro che banale anche se in pratica riguarda solo le grotte con ingressi grandi (diametro maggiore di 3-4 m).

Gli ingressi delle grotte sono contraddistinti da coordinate geografiche e pertanto sono il modo per «agganciare» una grotta alla superficie terrestre.



Tecniche e sicurezza

Dove comincia una grotta?

Leonardo Piccini
Federazione Speleologica Toscana – Commissione Catasto

Questo breve note affronta il problema della corretta delimitazione di quello che è l'ingresso di una grotta, e del suo posizionamento tramite coordinate. Nei casi d'ingressi di dimensioni superiori a qualche metro, si propone di considerare il baricentro geometrico del perimetro dell'ingresso come punto cui riferire le coordinate.
Parole chiave: rilievo topografico, rilievo speleologico, ingresso grotta, posizionamento.

Introduzione

Il titolo di questa nota può suonare come una domanda un po' stupida, ma a ben pensarci, non lo è per niente e la risposta è tutt'altro che semplice. Quand'è che possiamo dire di essere realmente "entrati" in una grotta? I., più tecnicamente, quel è il punto le cui coordinate indicano l'inizio di una grotta?
Sono domande che hanno poco senso, se ci accontentiamo di localizzare un ingresso con ampia approssimazione, o se non ci interessa definire le dimensioni di una cavità sotterranea (sviluppo e profondità) con precisione.
Oggi, però, l'uso del GPS consente a chiunque, almeno in condizioni ottimali, di ricavare le coordinate di un punto con una precisione di qualche metro. Le tecniche di rilievo ipogeo, inoltre, hanno fatto grossi passi in avanti e quindi è lecito porsi questo tipo di domande.
Già la definizione di grotta, per quanto più volte codificata (vedi ad esempio le norme proposte dalla UIS), non è banale ed esistono vincoli dimensionali e proporzionali ben definiti, che però spesso non sono rispettati. In particolare, occorre che le dimensioni di sviluppo, misurate secondo un asse centrale, siano superiori all'ampiezza massima dell'ingresso. Una buca più larga che profonda, per capirci, non è una grotta, casi come un anfratto più ampio che lungo. Esistono esempi anche illustri di cavità che non rispondono a questi requisiti e quindi non sono propriamente grotte. Tin qui è tutto relativamente semplice, ma non è di questo che si vuole parlare.
Diversi manuali di rilievo speleologico danno brevi cenni di cartografia e geodesia, e descrivono le tecniche più usate di rilevamento della posizione di una grotta e del rilievo topografico ipogeo. Si tratta spesso di manuali che si limitano a dare indicazioni di carattere generale che, per quanto corrette, non sempre risolvono i tanti problemi che quotidi procedure di lavoro presentano nella loro applicazione pratica. Leggendo questi manuali ci rende però conto che praticamente nessuno dice a quale punto devono riferirsi le coordinate, tanto meno contengono indicazioni su come delimitare correttamente l'ingresso di una grotta.

Facciamo il punto

Posizionare un oggetto, o come si dice in gergo topografico "fare il punto", significa ricavare delle indicazioni quantitative, che diano la posizione geografica rispetto ad un'origine di riferimento, permettendo di ritrovare quel luogo con sufficiente precisione. Il tutto si realizza indicando delle coordinate che delimitano delle distanze angolari o lineari rispetto a delle linee (o assi) di riferimento.
Da qualche anno, il metodo più utilizzato per ricavare le coordinate di un punto sulla superficie terrestre, ampio

Figura 1 - La Buca sopra la Cava Bassa di Carcaraia (LS.T.1/LL), Alpi Apuane: è un tipico esempio di grotta con ingresso di grandi dimensioni in cui la mancata definizione del punto e che si riferiscono le coordinate comporta errori grossolani di interpretazione del dato.

66 Speleologia 65/2011

19

IL «PUNTO INGRESSO»

Negli ingressi di grandi dimensioni si pone il problema di definire in modo univoco e preciso il punto cui si riferiscono le coordinate (punto zero).

Al momento non esistono criteri condivisi a livello nazionale e internazionale.
La logica suggerirebbe di considerare un punto centrale a quota topografica.

20

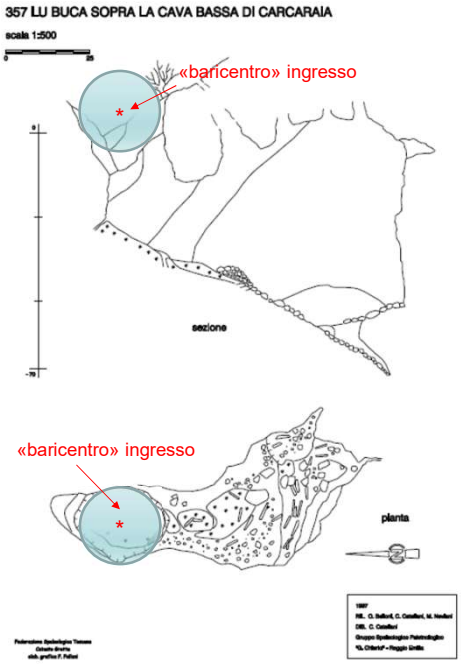
IL «PUNTO INGRESSO»

Non esistono al momento regole precise per definire il «punto ingresso», cioè il punto cui si riferiscono le coordinate.

Tenuto conto che le coordinate sono solitamente affette da errori dell'ordine di qualche metro (quando va bene) in pratica il problema si pone solo per ingressi di dimensioni superiori a 3-4 metri.

Tra i vari criteri possibili quello geograficamente più corretto è quello del «baricentro» (centroide) del perimetro dell'ingresso, cioè:

il centro della più grande circonferenza inscritta nel perimetro dell'ingresso.

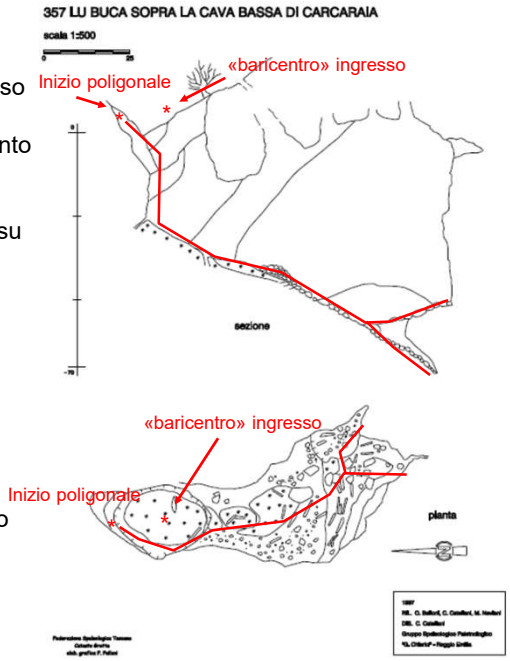


IL «PUNTO INGRESSO»

Il «punto ingresso» così definito spesso non appoggia su una superficie fisica (roccia) e quindi non può essere il punto d'inizio della poligonale.

Quest'ultimo sarà quindi posizionato su un bordo dell'ingresso e collegato al primo da un «tiro» che può essere ottenuto graficamente a tavolino.
In alternativa si possono calcolare le coordinate del punto d'inizio della poligonale.

Conviene quindi definire un punto «**zero**» che corrisponde al «punto ingresso» georeferenziato, e un punto «**uno**» che corrisponde all'inizio della poligonale. Negli ingressi piccoli la diversa posizione dei due punti può essere trascurata.

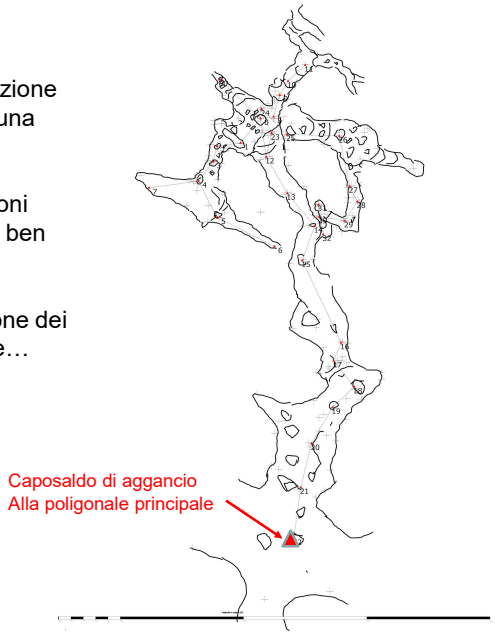


POLIGONALI SECONDARIE

La poligonale del rilievo di una diramazione avrà invece inizio da un caposaldo di una poligonale esistente.

I caposaldi di aggancio delle diramazioni (nodi) devono essere marcati in modo ben evidente e duraturo.

Nelle grotte molto complesse la gestione dei caposaldi principali è molto importante…



23

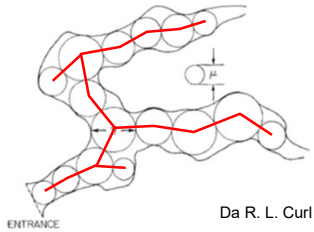
LA POLIGONALE

Rilevare una grotta significa prima di tutto tracciare una poligonale (cioè una sequenza di tiri) che ne segua lo sviluppo.

La scelta dei caposaldi andrebbe fatta in modo da ottenere una polilinea che segua il più possibile l'asse dei condotti. Questo non è sempre facile poiché siamo quasi sempre vincolati a camminare su un pavimento.

THE LINKED MODULAR ELEMENT MODEL

A construction that can be used to define cave length and volume (Fig. 5) is to fill it with touching *modular elements* of sizes $\eta > \mu$ (cave modulus = μ). Each modular element is as large as the walls of the cave will permit. Spheres are used for modular elements (Fig. 5), but any shape could be chosen. They are drawn sequentially, touching the one before and two points on caves walls.



Da R. L. Curl 1986

Fig. 5. Cave space of modulus μ filled with linked modular elements $\eta > \mu$.

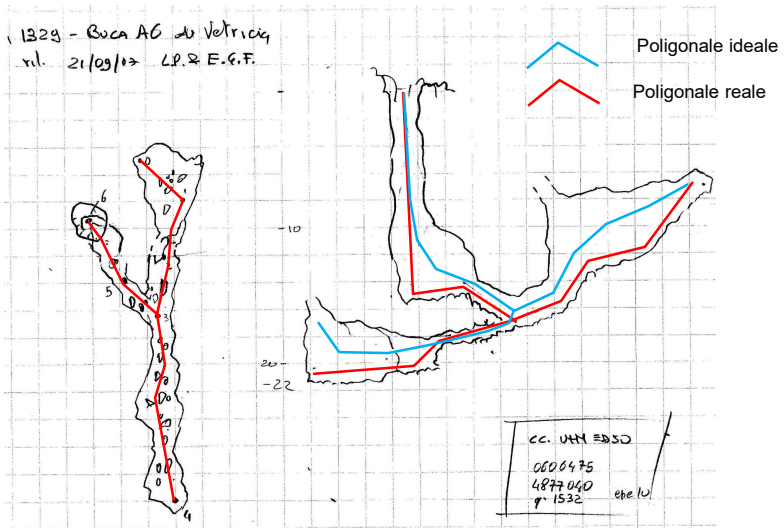
L' «asse» si può definire geometricaticamente immaginando di riempire la grotta di sfere, le più grandi possibile, che siano in contatto tra loro e collegando i centri di queste sfere.

La lunghezza totale della polilinea che unisce i centri di queste sfere rappresenta la migliore (?) approssimazione dello sviluppo di una grotta.

24

POLIGONALE IDEALE E REALE

Non potendo volare e dovendo appoggiare i punti su una superficie fisica (la roccia) la poligonale reale sarà sempre diversa da quella «ideale», ma dovrà per quanto possibile avvicinarvisi.



25

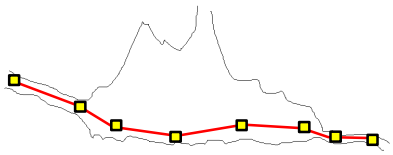
TIRI CORTI… MA QUANTO?

La scelta della lunghezza dei tiri di rilievo è determinata dalle caratteristiche dei condotti che percorriamo, cioè dalla loro forma.

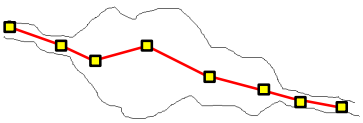
Un tempo la poligonale aveva il solo scopo di rappresentare dei vincoli geometrici cui agganciare il disegno ma oggi costituisce, insieme alle misure d'ingombro, un set di dati che rappresentano un **modello numerico**, per quanto semplificato, di una grotta e pertanto deve essere costruita seguendo certi criteri geometrici.

Grotte costituite da condotti di forma complessa richiedono caposaldi più ravvicinati, anche quando la visuale permetterebbe tiri più lunghi.

Sezione longitudinale



Pianta



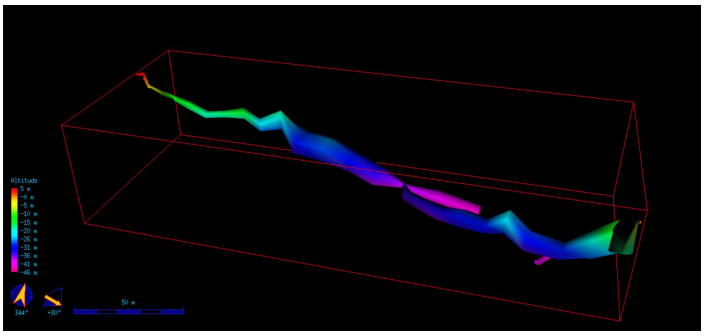
26

MISURE LATERALI: LRUD

Molti software di restituzione dei rilievi creano modelli 3D sulla base delle misure laterali **LRUD**. Il modello tiro + LRUD è infatti semplice, anche se poco preciso. Rimane il problema di sapere se LRUD si riferiscono al punto di arrivo, partenza e a quale tiro sono perpendicolari…

Il consiglio è di prevedere comunque quattro misure rappresentative di LRUD tra quelle che definiscono il contorno (in genere le prime 4 dopo il tiro).

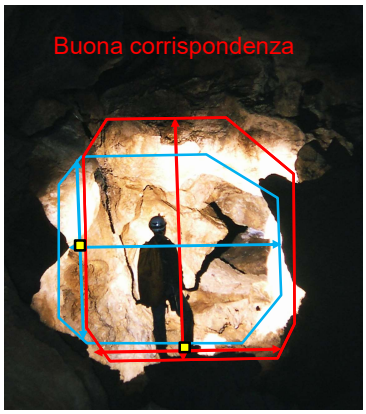
La questione è complessa e in evoluzione. Non c'è dubbio che sarebbe preferibile lavorare solo con misure orientate secondo convenienza ed associate in modo univoco ad ogni caposaldo.



27

LRUD

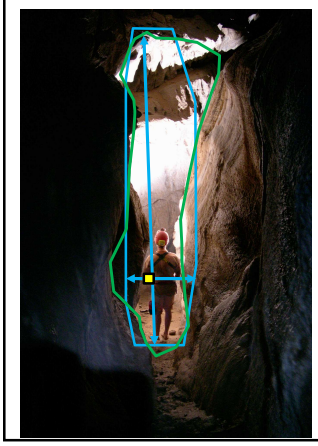
In base alla posizione del caposaldo, la sezione trasversale basata solo su 4 misure può dare risultati che a volte poco hanno a che vedere con la forma reale del condotto.

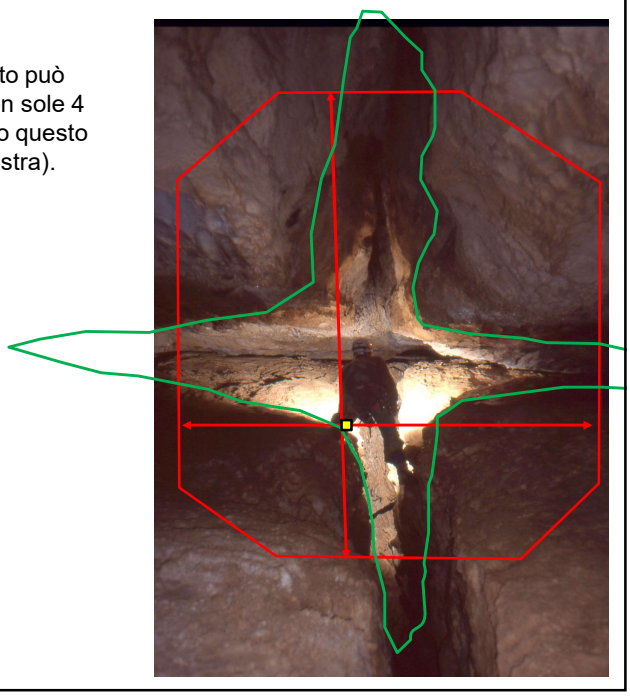


In particolare i problemi riguardano condotti la cui sezione trasversale ha una forte componente obliqua.

28

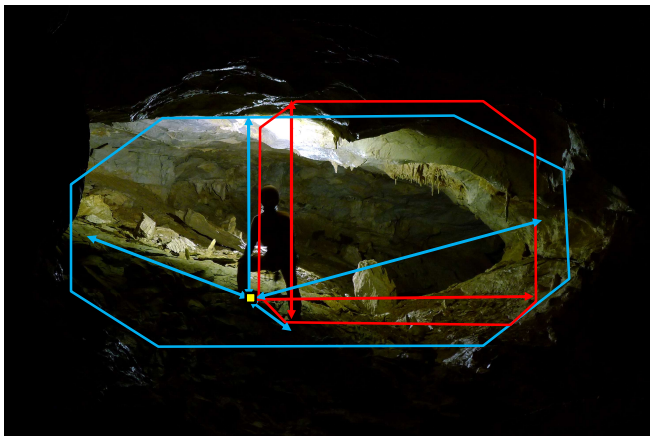
LRUD
A volte la forma di un condotto può essere ben rappresentata con sole 4 misure (in basso), ma spesso questo non succede (vedi caso a destra).
(in verde i contorni reali)





29

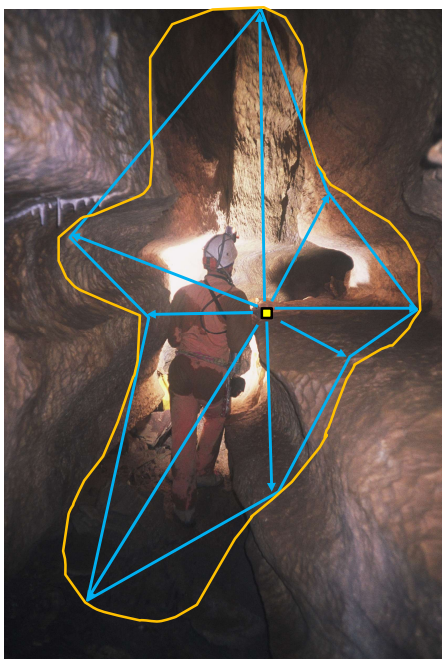
LRUD: USIAMOLI, MA CON BUONSENSO
Per i suddetti motivi le misure di LRUD non vanno necessariamente prese lungo direzioni perfettamente orizzontali (LR) e verticali (UD) ma mirando a punti che rappresentino l'ingombro reale (o visibile) di un condotto.
Queste misure, riportate poi su direzioni orizzontali e verticali daranno una conformazione più fedele del volume della grotta.



30

LRUD + SPLAY
Quattro misure non sono quasi mai sufficienti a rappresentare sezioni trasversali complesse e in genere ne servirebbero almeno otto.

Algoritmi complessi possono teoricamente ricavare profili di forma meno stilizzata arrivando quindi a creare modelli tridimensionali sufficientemente rappresentativi della forma di una grotta anche con un numero limitato di misure laterali e perpendicolari alla linea di tiro.



31

SPLAY OBLIQUI

Oltre alle misure che tracciano la sezione trasversale dei condotti si possono aggiungere misure oblique che aiutino a tracciare i contorni dei condotti puntando a particolari punti relativi a significative sporgenze e rientranze.

In ogni caso rimane valido il principio che è preferibile fare più tiri corti con pochi splay che il contrario.

L'impiego di un numero elevato di misure di contorno impone un disegno accurato sul posto (meglio se anche su taccuino), altrimenti non si sa bene quali splay utilizzare per il disegno dei contorni e quali invece identificano rientranze e sporgenze.

32

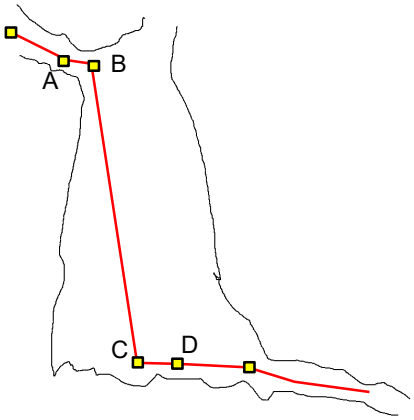
RILEVARE I POZZI
Il rilievo dei pozzi risulta particolarmente complesso e la loro rappresentazione difficile se affidato alle sole misure di LRUD.

In genere converrà fare un punto poco prima dell'orlo del pozzo (A), uno sull'orlo (B), uno alla base ma spostato dalle verticale (C) e uno poco lontano da questo (D).

Sui pozzi lunghi (superiori a 15 m) sarà utile e spesso necessario spezzare la poligonale in più tiri.

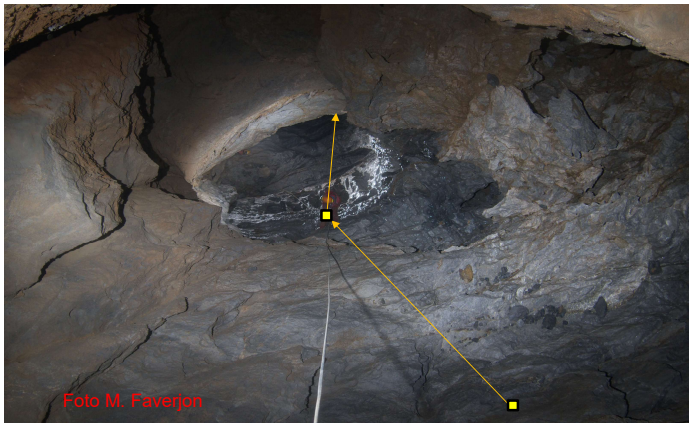
I caposaldi lungo pozzo possono anche essere privi di misure laterali.

La resa 3D dei pozzi richiede quasi sempre aggiustamenti a tavolino



33

QUANDO COLPIRE IL BERSAGLIO E' DIFFICILE…
Sui tiri lunghi (> 15 m) e soprattutto nei pozzi risulta spesso difficile collimare il bersaglio e ripetere tre misure uguali.
In questi casi si può fare un tiro cortissimo sul caposaldo di partenza e poi fare tre tiri lunghi sul successivo, che a questo punto vengono letti come splay. Se la tripletta non riesce, in fase di pre-elaborazione dei dati si modificano i valori del tiro corto utilizzando la media dei tre successivi splay, se la tripletta riesce si cancella il tiro corto.



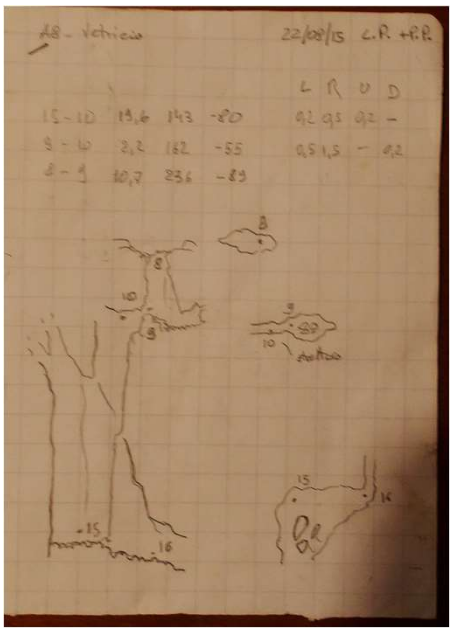
34

TECNICA TRADIZIONALE

La tecnica di acquisizione utilizzata sino a pochi anni fa si basava sulla trascrizione a mano delle misure su un libretto, accompagnata dal disegno dal vivo in grotta.

Tale tecnica rimane ancora valida in tante occasioni, ad esempio per situazioni in cui è difficile usare strumenti elettronici, quando il tablet/smartphone ha la batteria scarica, o quando si devono rilevare grotte di piccole dimensioni e si vuole risparmiare sul peso e ingombro…

In questi casi l'elaborazione a mano su carta millimetrata con riga e squadra è ancora una tecnica efficiente.

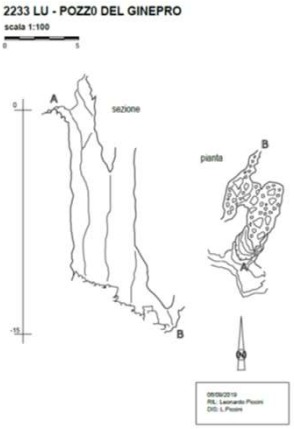


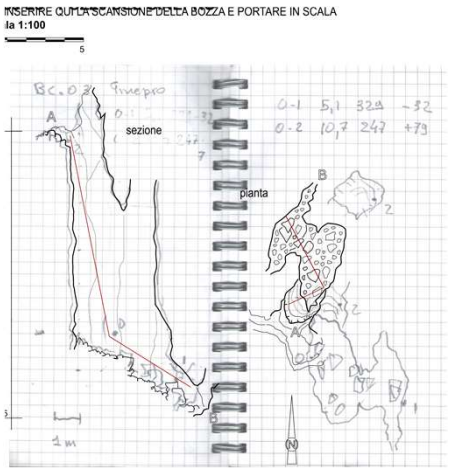
35

Concetti base del rilievo speleologico – a cura di Leonardo Piccini – maggio 2020

PICCOLE GROTTE…

Grotte di piccole dimensioni possono essere disegnate direttamente con software di grafica (es. Inkscape, Illustrator, Corel Draw, Autocad,) senza bisogno di processare i dati.





In sintesi:

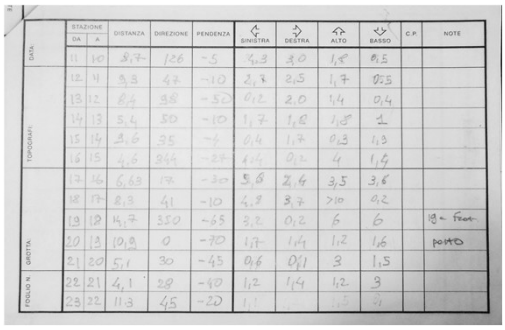
- si traccia la breve poligonale sul foglio di disegno utilizzando tratte dimensionate in scala e le funzioni di rotazione,
- si mette come sfondo lo schizzo fatto sul quaderno ruotandolo e adattandolo alla poligonale,
- si disegna il rilievo in bella.

36

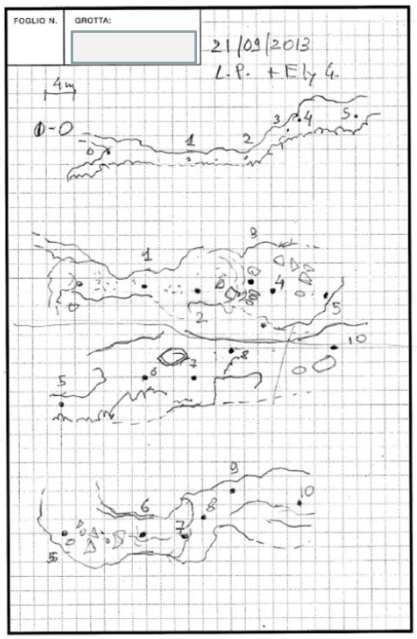
TABELLE CON LRUD

L'uso dei distanziometri laser permette di prendere misure laterali (non orientate). L'acquisizione ordinata di tali dati è facilitata dall'uso di tabelle prestampate.

<u>Le misure da sole non bastano…</u>
<u>Serve anche un disegno accurato con la posizione dei caposaldi.</u>

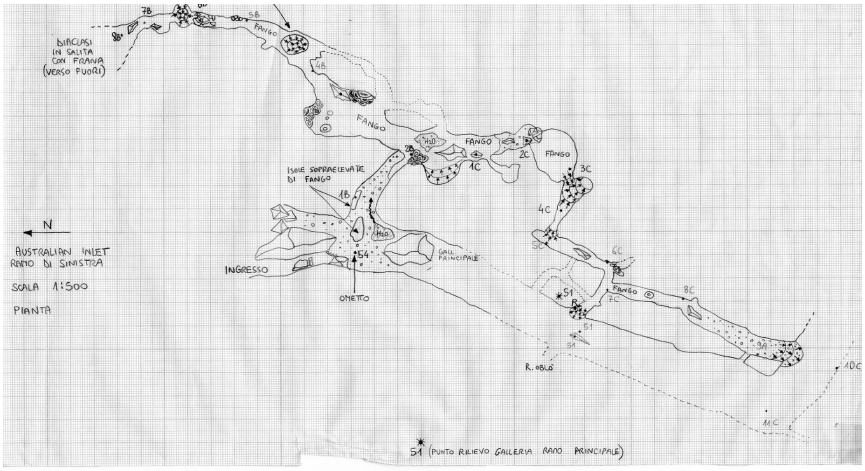


	STAZIONE DA	STAZIONE A	DISTANZA	DIREZIONE	PENDENZA	SINISTRA	DESTRA	ALTO	BASSO	C.P.	NOTE
DISO.	11	10	3,7	126	-5	4,3	3,0	1,8	0,5		
TOPOGRAFI	12	4	9,3	47	-10	2,7	2,5	1,7	0,5		
	13	12	8,4	98	-50	0,2	2,0	1,4	0,4		
	14	13	5,4	50	-10	1,7	1,8	1,5	1		
	15	14	3,6	35	-4	0,4	1,7	0,3	1,3		
	16	15	4,6	244	-24	1,4	0,2	4	1,4		
GROTTA	17	16	6,63	17	-30	3,8	2,4	3,5	3,6		
	18	17	8,3	41	-10	4,3	3,7	>10	0,2		
	19	18	14,7	350	-65	3,2	0,2	6	6		19 = Fine
	20	19	10,8	0	-70	1,7	1,4	1,2	1,6		punto
	21	20	5,1	30	-45	0,6	0,1	3	1,5		
FOGLIO N.	22	21	4,1	28	-40	1,2	1,4	1,2	3		
	23	22	11,3	45	-20	1,1		1,5	3,1		



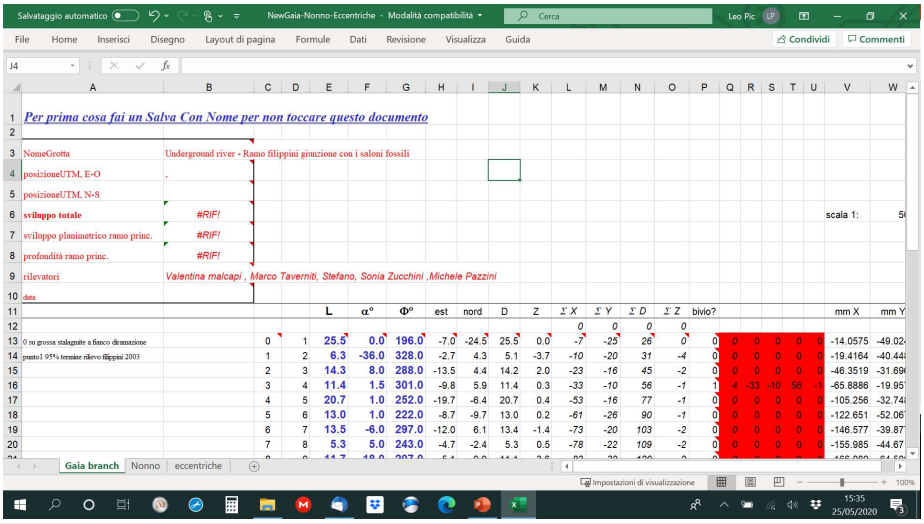
CARTA E PENNA…

La poligonale è riportata a mano su un foglio di carta millimetrata, o utilizzando riga e goniometro o meglio ricavando le coordinate relative dei caposaldi X-Y(est-nord in pianta) e D-Z (in sezione) con una procedura di calcolo trigonometrico (ad es. con Excel). Il disegno si basa su schizzi in grotta e può essere molto dettagliato e preciso…



FOGLI DI CALCOLO

I calcoli delle coordinate relative di ogni caposaldo (rispetto ad una origine) possono essere fatti in modo automatico con un foglio di calcolo (es. Excel).



1	*Per prima cosa fai un Salva Con Nome per non toccare questo documento*																																		
2																																			
3	NomeGrotta	Underground river - Ramo filippini giunzione con i saloni fossili																																	
4	posizioneUTM, E-O	,																																	
5	posizioneUTM, N-S																																		
6	**sviluppo totale**	#RIF!																															scala 1:		5
7	sviluppo planimetrico ramo princ.	#RIF!																																	
8	profondità ramo princ.	#RIF!																																	
9	rilevatori	*Valentina malcapi , Marco Tavernìti, Stefano, Sonia Zucchini ,Michele Pazzini*																																	
10	data																																		
11					L	α°	Φ°	est	nord	D	Z	Σ X	Σ Y	Σ D	Σ Z	bivio?																mm X	mm Y	
12												0	0	0	0																				
13	0 su grossa stalagmite a fianco diramazione		0	1	25.5	0.0	196.0	-7.0	-24.5	25.5	0.0	-7	-25	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14.0575	-49.02	
14	punto1 95% termine rilievo filippini 2003		1	2	6.3	-36.0	328.0	-2.7	4.3	5.1	-3.7	-10	-20	31	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19.4164	-40.44	
15			2	3	14.3	8.0	288.0	-13.5	4.4	14.2	2.0	-23	-16	45	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-46.3519	-31.69	
16			3	4	11.4	1.5	301.0	-9.8	5.9	11.4	0.3	-33	-10	56	-1	1	4	-33	-10	56	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-65.8886	-19.95	
17			4	5	20.7	1.0	252.0	-19.7	-6.4	20.7	0.4	-53	-16	77	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-105.256	-32.74	
18			5	6	13.0	1.0	222.0	-8.7	-9.7	13.0	0.2	-61	-26	90	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-122.651	-52.06	
19			6	7	13.5	-6.0	297.0	-12.0	6.1	13.4	-1.4	-73	-20	103	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-146.577	-39.87	
20			7	8	5.3	5.0	243.0	-4.7	-2.4	5.3	0.5	-78	-22	109	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-155.985	-44.67	

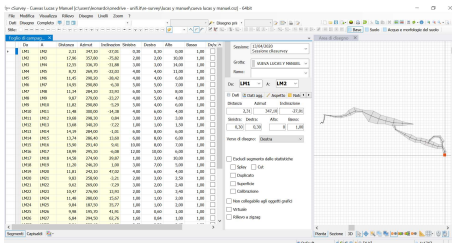
I SOFTWARE DI USO SPELEOLOGICO

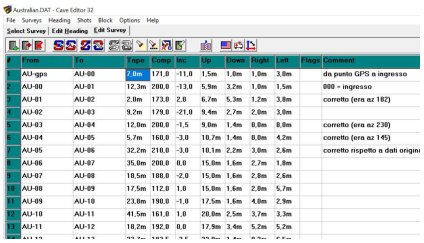
Da qualche anno la restituzione delle poligonali può essere fatta attraverso software dedicati al rilievo speleologico.

Al momento i più utilizzati sono: VisualTopo, Compass, Therion, Topodroid e Csurvey.

I principi base di funzionamento sono simili, tant'è che è possibile (con qualche artificio) trasferire i dati da un software all'altro.

Le interfacce sono diverse, così come la facilità di uso e le possibilità di restituzione grafica.





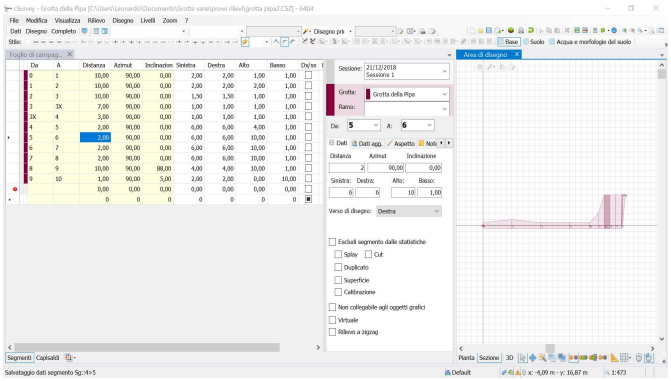
APPROCCIO MANUALE

Tutti i software per il rilievo speleologico permettono l'inserimento manuale dei dati.

Questo significa che possono essere usati anche per riprocessare vecchie poligonali o per rilievi fatti con strumenti tradizionali e trascrizione manuale dei dati su libretto.

Conviene addestrarsi ad usare questi programmi inserendo all'inizio manualmente dati di grotte (anche inventate), in modo da capirne meglio il funzionamento e la restituzione.

Provate ad esempio a disegnare una grotta a forma di pipa, cioè una galleria rettilinea che sfocia in una sala di forma cilindrica regolare.



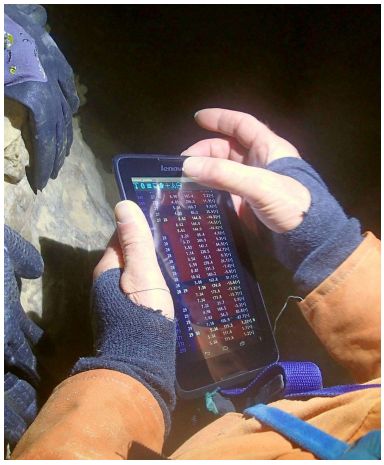
41

APPROCCIO DIGITALE

L'uso del DistoX (ma anche di strumenti come lo Sniper) offre la possibilità di trasferire le misure direttamente (via Bluetooth) ad un palmare/tablet/smartphone dotato di un programma di acquisizione (PocketTopo o Topodroid) che offre anche la possibilità di visualizzare le poligonali in tempo reale ed eseguire schizzi dal vivo.

Questa procedura consente anche di accorgersi di misure sbagliate o «fuori tiro» e di porre rimedio rifacendo la misura o correggendo la poligonale (vedi ad es. il trucco del «microtiro» per i pozzi…).

In genere conviene ricontrollare i dati a casa e confrontarli con gli eventuali schizzi e/o appunti presi su taccuino, prima di trasferirli su un programma di elaborazione/restituzione/disegno.



42

LA REVISIONE DEI DATI

I dati acquisiti in grotta con programmi come Pocket Topo o Topodroid vengono solitamente trasferiti su un altro programma che ne consente una visione più comoda e la successiva elaborazione (es. Visualtopo, Csurvey, Compass).

La prima cosa da fare è una verifica dei dati che vanno controllati e nel caso «ripuliti» indipendentemente dal software che si usa.

In questa operazione Csurvey ha il grosso vantaggio di poter vedere immediatamente il risultato di eventuali modifiche.

Tra le modifiche, che comunque vanno fatte su un file salvato con nome diverso e non sul foglio dati originale, ci sono le operazioni di segmentazione dei tiri lunghi, l'inserimento di LRUD, se non già presenti, lo smussamento delle curve nette, l'aggiunta di tiri accessori.

43

SPEZZARE I TIRI

Nel caso sia stato necessario fare tiri lunghi a causa della conformazione della grotta (pozzi, traversi, laghi, ecc.) conviene segmentare il tiro in più parti, dividendo la lunghezza, ma mantenendo ovviamente azimut e inclinazione.

Si ottengono cosi dei caposaldi intermedi cui si possono associare misure di LRUD (ricavate dal disegno) che meglio descrivono la forma della grotta.

Tale operazione non è però facile con tutti i programmi.
Topodroid e Csurvey, ad esempio, non consentono l'editing completo della tabella dati.

Da	A	Distanza	Azimut	Inclinazione	Sinistra	Sopra	Sotto	Destra
pq.101	pq.100	6.00	31.00	-41.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pq.101	pq.102	2.18	154.50	10.00	0.40	0.00	0.90	0.60
pq.102	pq.103	18.50	205.20	38.50	0.34	0.67	0.88	1.74
pq.103	pq.104	3.23	173.80	19.10	0.47	1.08	1.46	0.63
pq.104	pq.105	6.99	196.10	27.10	0.24	0.87	1.54	0.67
pq.105	pq.106	2.60	250.00	41.80	0.00	0.52	1.29	1.38

Da	A	Distanza	Azimut	Inclinazione	Sinistra	Sopra	Sotto	Destra
pq.101	pq.100	6.00	31.00	-41.00	0.00	0.00	0.00	0.00
pq.101	pq.102	2.18	154.50	10.00	0.40	0.00	0.90	0.60
pq.102	pq.103x	10.50	205.20	38.50	0.34	0.67	0.88	1.74
pq.103x	pq.104	8.50	205.20	38.50	1.00	1.50	2.00	3.00
pq.103	pq.104	3.23	173.80	19.10	0.47	1.08	1.46	0.63
pq.104	pq.105	6.99	196.10	27.10	0.24	0.87	1.54	0.67

44

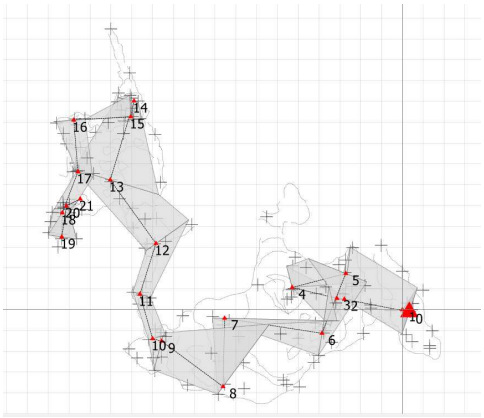
COME OTTENERE LRUD

Le misure d'ingombro possono essere inserite a mano o in modo automatico.

Alcuni programmi considerano le prime 4 misure laterali come LRUD (in un ordine definito), oppure vengono calcolate sulla base di filtri e algoritmi più o meno complessi.

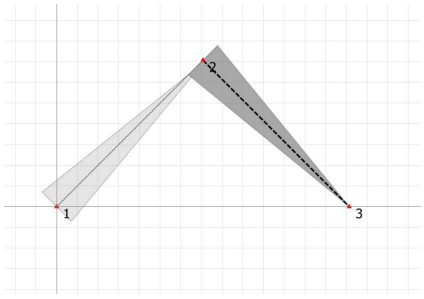
Csurvey offre anche la possibilità di un calcolo basato sul disegno, ma bisogna prima aver disegnato i contorni in pianta e sezione in modo chiaro.

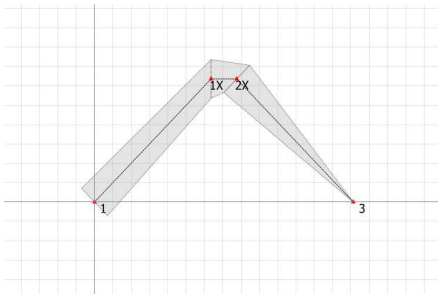
Qualunque metodo si usi il risultato deve essere controllato e aggiustato sulla base degli schizzi di grotta e del disegno finale



45

TAGLIARE LE CURVE…
I bruschi cambi di direzione (> 70°) comportano problemi per la rappresentazione degli ingombri tramite misure laterali (LR).
Per questo conviene «smussare» le curve sdoppiando il caposaldo di cambio di direzione.
Questa operazione va eseguita manualmente accorciando leggermente due tiri in sequenza e introducendone uno intermedio opportunamente orientato.
Il calcolo del tiro inserito non è banale, specie con tratte inclinate.





46

CALCOLO DEI TIRI PER ADDOLCIRE LE CURVE

Questa operazione può essere fatta in vari modi.

Se i tiri hanno andamento orizzontale la cosa si risolve in termini di semplice trigonometria piana (due dimensioni),

Altrimenti bisogna passare a calcoli su sistemi a tre assi: X, Y, Z.

Per queste ragioni conviene decisamente prendere l'abitudine di smussare le curve nette già in grotta durante le operazioni di rilievo.

Da	A	Distanza	Azimut	Inclinazione	Sinistra	Sopra	Sotto	Destra
pq.101	pq.100	6.00	31.00	5.00	1.00	1.00	1.00	1.00
pq.101	pq.102	2.00	35.00	10.00	1.00	2.00	1.20	1.00
pq.102	pq.103	7.00	45.00	35.00	1.50	1.30	3.00	0.80
pq.103	pq.104	8.00	135.00	12.00	1.00	1.60	1.00	0.90
pq.104	pq.105	3.00	145.00	11.00	1.00	2.00	1.00	1.20

Da	A	Distanza	Azimut	Inclinazione	Sinistra	Sopra	Sotto
pq.101	pq.100	6.00	31.00	5.00	1.00	1.00	1.00
pq.101	pq.102	2.00	35.00	10.00	1.00	2.00	1.20
pq.102	pq.103x	6.00	45.00	35.00	1.50	1.30	3.00
pq.103x	pq.103y	1.40	90.00	33.00	1.50	1.20	2.50
pq.103y	pq.104	7.00	170.00	12.00	1.00	1.60	1.00
pq.104	pq.105	3.00	165.00	11.00	1.00	2.00	1.00

47

ARCHIVIO DATI

Prima di passare alla restituzione grafica è sempre bene esportare i dati in un formato base, che può essere il csv (comma-separated value).

Il formato csv è un formato testo tabellato, che quindi può essere recuperato da praticamente qualsiasi programma.

Per gli utenti più esperti può essere conveniente elaborare i dati con un foglio di calcolo (tipo Excel) in cui tante operazioni possono essere automatizzate (segmentazione tiri, smussamento curve, calcolo LRUD) e poi ricaricare i dati sul programma con cui s'intende restituire il disegno e il modello 3D.

L'elaborazione consiste anche nel modificare la tabella dati con operazioni di segmentazione tiri, calcolo LRUD, smussamento curve e aggiunta tiri accessori.

Lo scopo è quello di rendere l'insieme dei dati un modello numerico che abbia una sua validità, per quanto semplificato, e non solo un insieme di vincoli su cui costruire il disegno finale.

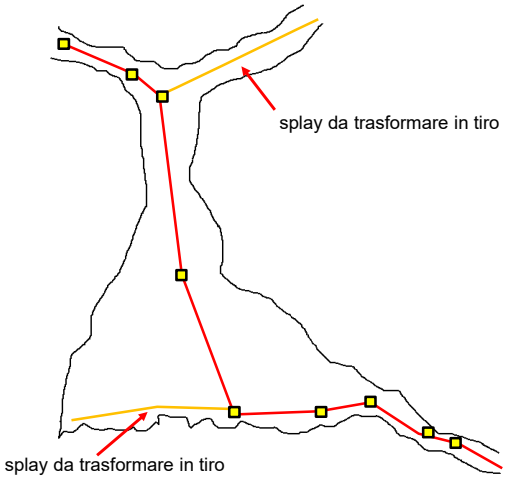
48

TIRI SECONDARI

Basandosi sul disegno si possono aggiungere tiri accessori per fare in modo che la poligonale percorra tutti gli ambienti della grotta, ad esempio piccole diramazioni laterali o la base dei pozzi.

Per fare questo si possono trasformare alcuni splay in tiri di poligonale, in modo che sia possibile associarvi misure d'ingombro LRUD e che vengano conteggiati nel calcolo dello sviluppo.

Alla base di un pozzo ampio, ad esempio, uno splay diretto in direzione opposta a quella del tiro successivo può diventare anch'esso un tiro di rilievo (anche spezzato) in modo da dare volume al pozzo.



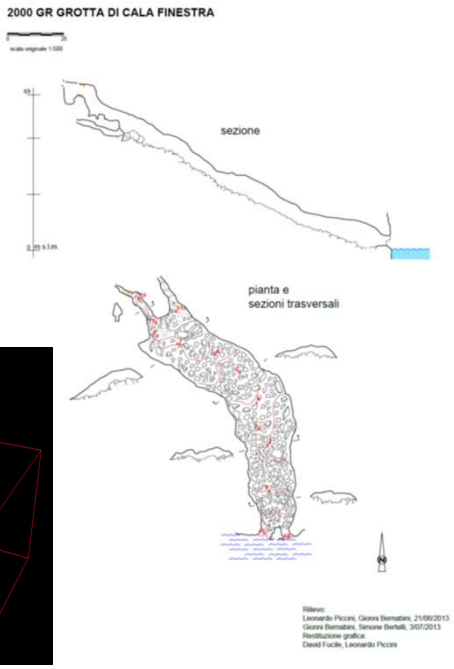
49

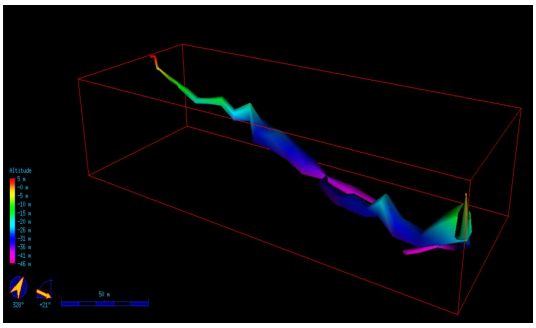
RAPPRESENTARE LE GROTTE…

Si usano tre tipi di disegni bidimensionali:

- pianta
- sezione longitudinale
- sezioni trasversali

Oggi è possibile ottenere anche rappresentazioni tridimensionali: i modelli 3D





50

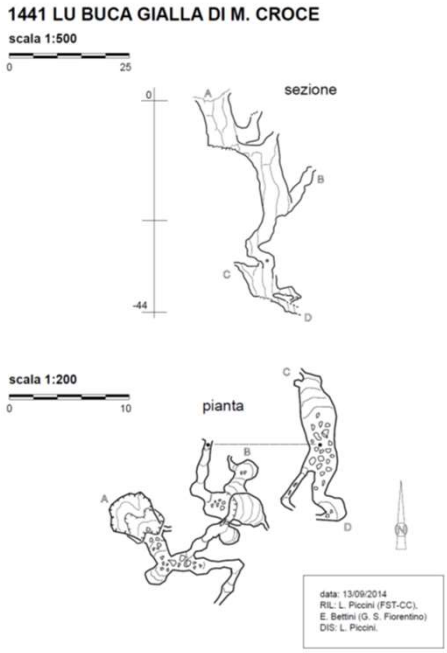
PIANTA

La pianta è la vera e sola rappresentazione «geografica» e oggettiva di una grotta.

<u>Per questo non può assolutamente mancare!!!</u>

Nelle grotte a sviluppo verticale si rende spesso necessario utilizzare una scala maggiore della sezione e spezzare il disegno per evitare sovrapposizioni.

I vari «piani» devono essere collegati e sovrapponibili in modo chiaro e preciso.



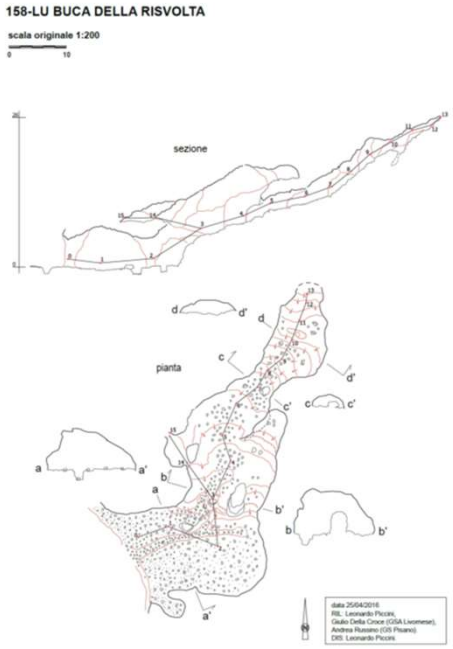
51

SEZIONE LONGITUDINALE

La sezione longitudinale ha una sua innegabile utilità legata a mostrare la percorribilità di una grotta e inoltre si avvicina di più alla percezione che lo speleologo ha della grotta…

Per questo tende ad essere privilegiata.

Si tratta però di una rappresentazione non oggettiva e non geometricamente rigorosa (diversamente dalle sezioni proiettate).

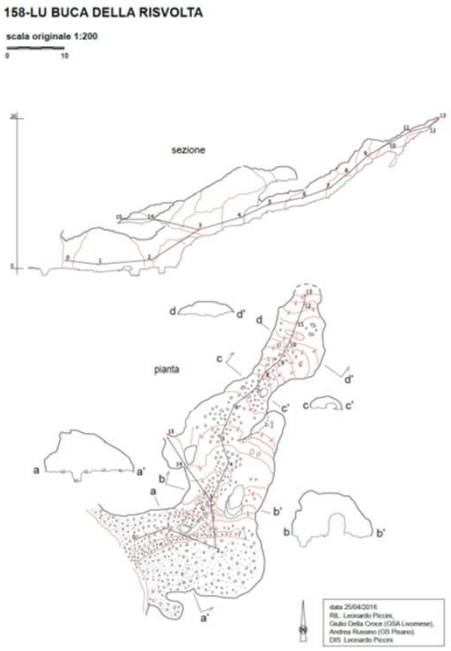


52

SEZIONI TRASVERSALI

Tendono ad essere poco utilizzate nonostante siano importantissime per descrivere la morfologia di condotti.

Vanno realizzate direttamente in grotta o successivamente basandosi su foto con ripresa in «flashback» utilizzando un soggetto come riferimenti di scala.



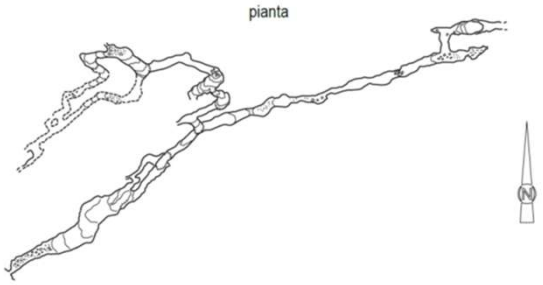
53

DISEGNO

Il disegno della pianta si appoggia sul riporto della poligonale in pianta e l'ausilio degli splay, sulla base dei disegni fatti dal vivo in grotta.

I bordi indicano i limiti dimensionali dei condotti e vanno riportati con tratto pieno solo nel caso in cui questi siano visibili e misurabili.

Quando non lo sono si può usare una linea tratteggiata.



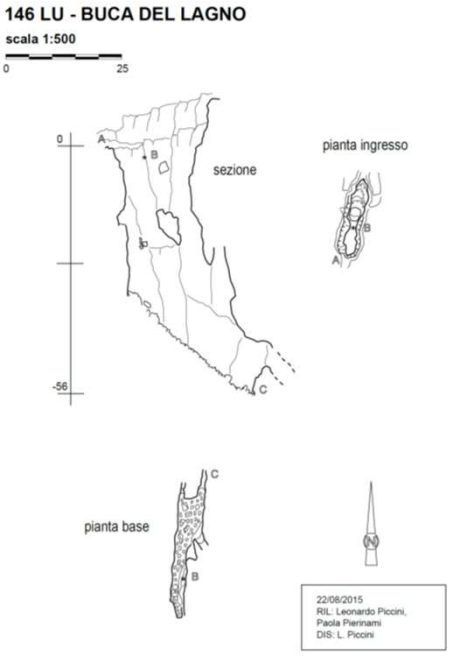
54

PAVIMENTI E SOFFITTI

Il pavimento è spesso l'unica parte della grotta realmente visibile e misurabile, per questo motivo va disegnato con accuratezza, diversificandone la natura utilizzando grafiche diverse.

Nel caso di pavimenti in detrito non deve essere tracciata una linea continua che possa far pensare trattarsi di un pavimento in roccia.

I soffitti sono spesso costituiti di roccia «viva», ma molto spesso non visibili… e in tal caso non vanno riportati o disegnati a tratteggio.



55

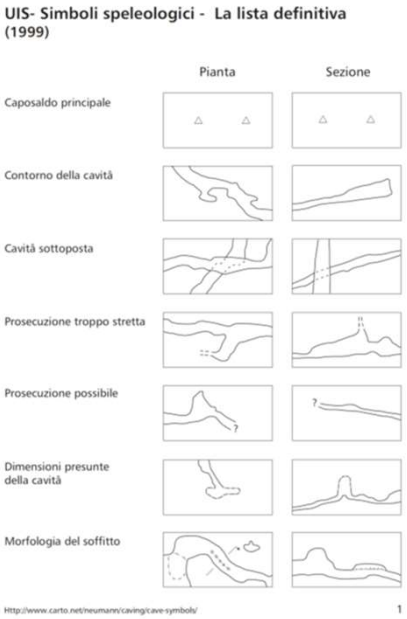
SIMBOLOGIA

I rilievi devono essere eseguiti seguendo una simbologia ben precisa.

Esistono simbologie standard (ad es. quella internazionale UIS) ma a volte sono tropo complesse e di uso non immediato.

Alcune regole base sono però condivise da tutte le simbologie.

L'importante è attenersi ad alcuni criteri di base di uso comune che rendano comprensibile il disegno anche in mancanza di un legenda dei simboli.



56

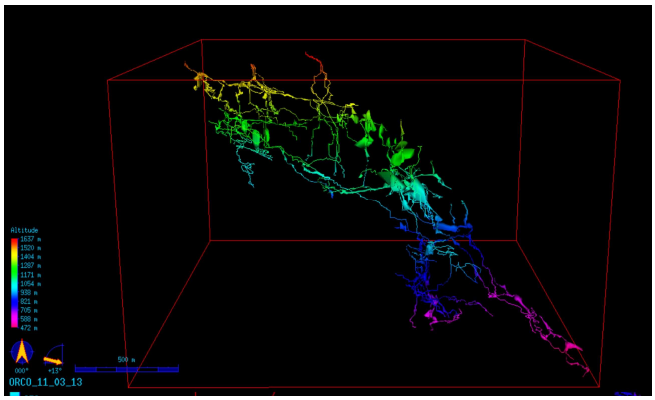
MODELLI 3D

I modelli numerici dei rilievi definiti dalle misure dei tiri, LRUD e splay possono essere trasformati in modelli tridimensionali e visualizzati con vari programmi.

Attualmente i modelli 3D più diffusi si basano su poligonale + LRUD e quindi danno una rappresentazione molto schematica delle forma delle grotte.

Per quanto semplificati Questi modelli consentono una visione «suggestiva» e di fatto rappresentano l'unico modo per visualizzare la reale forma di una grotta.

Sono inoltre agganciabili a modelli digitali del terreno.



57

LETTURE UTILI

Cendron F., Maconi A. (2015) – Soluzioni software per il rilievo ipogeo. Speleologia, 72, 56-60.

Hauselmann P. (2007) – La topografia durevole. Speleologia, 57, 58-63.

Piccini L. (2015) – Evoluzione e involuzione del rilevar le grotte. Speleologia, 72, 61-63.

Piccini L. (2011) - Dove comincia una grotta? Speleologia, 65, 66-69.

Piccini L. (2014) – Sullo sviluppo spaziale delle grotte. Speleologia, 70, 52-56.

Piccini L., Pani D. (2015) - Concetti base per la registrazione geografica e la rappresentazione spaziale delle grotte. 22° Congresso Nazionale di Speleologia, Pertosa, Auletta (SA), 30 maggio – 2 giugno 2015, 82-87.

Silvestro C. (1999) - Il rilievo delle grotte. Quaderni didattici della Società Speleologica Italiana, Bologna, 28 pp.

58