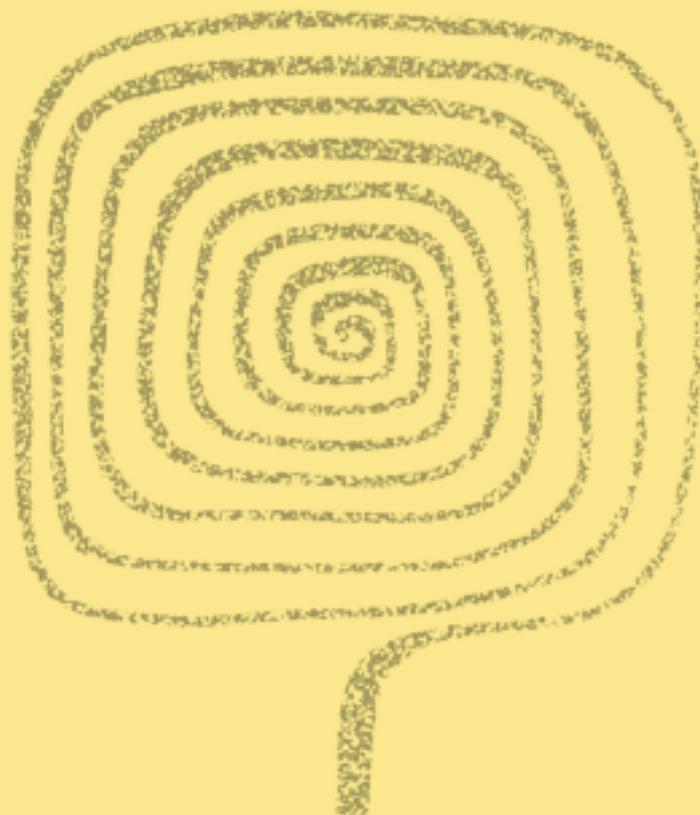




bollettino del
gruppo grotte cai novara

38



LABIRINTI

T'VIBIBIMLI

SOMMARIO

- 2 E SI RIPRENDE IL FILO... *V. Di Siero*
- 6 LA GROTTA DI TASSERE (2630 Pi-BI) *G.D.Cella, M. Ricci*
- 16 FAUNA DELLA GROTTA DI TASSERE (2630 Pi-VC) *E. Lana*
- 22 GROTTA NEL BOSCO DEL MONDELLI (LoCO 2539)
...ovvero "PagaCella" *F. Bianco, G.D.Cella, D. Gigante*
- 31 LA MONDELLA: Racconto in tre atti *M. Fasola*
- 35 GROTTA NEL BOSCO (LoCO 2539).
Osservazioni meteo *G.D.Cella, M. Miragoli*
- 40 RICAIVARE LE DIMENSIONI DI UNA GROTTA DALLE
MISURE METEO *M. Miragoli*
- 50 GROTTA IN VAL VELINA (Val Grande, VB) *L. Aimar, G.D.Cella, A. Premazzi*
- 54 TRACCIARE LE CORRENTI D'ARIA CON L'ANIDRIDE CARBONICA
Modalità operative *G.D.Cella*
- 61 LE MINIERE DEL MONTE CAPIO (VC) *R. Mazzetta*
- 64 ATTIVITÀ 2017
- 68 USCITE 2017
- 71 ATTIVITÀ 2018
- 75 USCITE 2018
- 79 SOCI GGN

REDAZIONE

Gian Domenico Cella
Vittoria De Regibus
Daniele Gigante
Marco Ricci

COLLABORATORI

Alex Mancin

Novara, 4.12.2019

LABIRINTI viene inviato gratuitamente a enti e associazioni che si interessano di speleologia, in cambio di pubblicazioni analoghe. I gruppi che non dispongono di proprie pubblicazioni, ma desiderano continuare a ricevere il bollettino, sono pregati di segnalarcelo. La riproduzione di articoli, fotografie e disegni a scopo divulgativo e scientifico, purché senza fini di lucro, è libera se viene citata la fonte.



Festa per i 40 anni del Gruppo.

E SI RIPRENDE IL FILO...

Valeria Di Siero

Per riprendere il filo dei ricordi è necessario ritornare al 2008, anno del 30esimo del GGN: infatti, sulla scia di quei festeggiamenti, partendo dal 1978, anno di nascita del gruppo, si ripercorrevano le tappe più significative della sua storia (Labirinti n° 28). Il filo però da quel 2008 si è ancora dipanato e tutti insieme lo abbiamo accompagnato fino al 2018, anno della celebrazione del 40esimo.

La memoria riprende dal 26 ottobre 2008 quando, sul ghiacciaio del Belvedere è stata individuata la prima tra le tante grotte nel ghiaccio che ha dato origine ad un lavoro complesso ed entusiasmante che ci porta direttamente al Convegno di glaciologia organizzato lo scorso settembre proprio dal Gruppo Grotte Novara. Sono studi importanti ed all'avanguardia che hanno contribuito a comprendere un po' meglio i comportamenti dei movimenti del ghiaccio e la formazione di mulini e grotte sub-glaciali. Le uscite sul Belvedere si concentrano nel periodo autunnale in funzione delle condizioni meteorologiche ed allora che si fa durante l'estate? Si organizza un campo speleologico: abbandonati quelli in Friuli, è diventato ormai un classico espatriare in Bosnia e trascorrere parte del mese di agosto sugli altopiani e nelle grotte bosniache con gli amici locali e bolognesi.

Le aree ispezionate, nel tempo sono variate, puntando da quella della Miljacka, all'altopiano Bludva Ravan, dalla Ledenjaca, all'altopiano della Visocica, fino alla zona di Mokro con le esplorazioni in Govednica

e Izvor Bistrica. I campi in Bosnia possono essere ricordati per il grande lavoro di coordinamento, per i rapporti con i gruppi del territorio e con gli enti governativi, ma soprattutto per le grandi esplorazioni e per quella Terra che è entrata nel cuore di tanti tra noi. Obiettivi lontani, ma anche vicini: nel 2007 un progetto targato GGN ha permesso uno studio a 360° della Tanha del Caslét, o Grotta dei Saraceni, nel territorio di Perlo (CN), geografico, storico, folcloristico, archeologico, con documentazione topografica ed attraverso immagini; oltre a tutto ciò è stata approfondita anche la conoscenza dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrologico, meteorologico e faunistico. Insomma, questa grotticella di 179 metri di sviluppo con una profondità di 27 m è stata rivoltata come un calzino coinvolgendo ben 22 speleologi, non solo novaresi, ma anche del gruppo savonese (GSS), per un totale di 46 giornate/uomo.

Il GGN non si ferma qui e subito aderisce ad un altro progetto, questa volta di speleologia urbana sulle Miniere del Cusio e del Vergante in collaborazione con il Gruppo Archeologico Storico Mineralogico di Arona, il Gruppo Mineralogico Ossolano, la Società dei Verbanisti ed il Foto Club Arona. Sono quattro anni di intense ricerche sfociate nella pubblicazione di un libro-catalogo a colori di ben 512 pagine e in due mostre allestite rispettivamente al Museo Civico di Arona e alle scuole di Nebbiuno. Tante uscite e aneddoti che allietano ancora oggi le chiacchiere tra i

soci; tra tutti merita una citazione lo scavo in un cumulo di letame perché *“proprio lì sotto deve trovarsi l'accesso alla miniera!”*; in realtà c'erano solo...cacca e moschini! Eclettico questo Gruppo Grotte, non si ferma alle esplorazioni, ma va ben oltre! Infatti, nel 2011 riesce a vincere il primo premio (un eccellente vino!) del concorso Spotspeleolessinia, grazie ad un video girato a Sambughetto avente come tema l'ecologia e i rifiuti in grotta, dal titolo *“Sporchi fuori, puliti dentro”*. Tanto divertimento e una meritata soddisfazione per la vittoria!

Il Gruppo Grotte è anche una macchina del tempo che con strani giochi di Labirinti pubblicati e non (n° 32 dove sei?) ti fa giungere direttamente al 2016 con un *“International speleological project to Cambodia”* e i risultati esplorativi di grotte che si aprono nelle colline calcaree di Kampot (nel 2013 e nel 2016) e Battambang. In quel di Novara invece, si utilizza il mezzo Groupon per promuovere la speleologia. Ben oltre 400 adesioni all'iniziativa, un lavoro impegnativo tra accompagnamenti, prenotazioni, coordinamento, assicurazioni e strani personaggi: risultati ottenuti? Zero nuovi soci nel carnet del gruppo, veramente un misero bottino!

Alla Bosnia ed al Belvedere si aggiunge il contributo, soprattutto di Lia e GDC, alle esplorazioni e documentazioni delle grotte lombarde nell'ambito del progetto InGrigna! Sicuramente incisivo il loro intervento nei tracciamenti idrologici ed aerei in quelle aree.

Nel 2014 si arriva con un sol salto ai 35 anni del GGN, festeggiati degnamente in occasione della Festa della Montagna promossa dalla Sezione CAI di Novara. Siamo stati infatti presenti con diverse iniziative: una mostra sulla Speleologia nelle sale del Broletto, una serata sulle grotte nel ghiaccio del Belvedere, una serie di accompagnamenti al Castello,

la vetrina speleologica della pasticceria Camporelli, la calata dal campanile del Duomo insieme alla Scuola di Alpinismo e, infine, lo speleologo cuneese Mario Maffi con la sua testimonianza sulle foibe del Carso: ufficiale degli alpini, nel dopoguerra fu inviato in missione segreta ad ispezionarne alcune per documentare gli orrori occultati in esse. Purtroppo Mario Maffi se ne è andato, ma il suo Spirito e la sua forza d'animo hanno lasciato in tutti noi un ricordo indelebile che difficilmente si cancellerà con gli anni.

Lungo questo filo che scorre ed intreccia destini ed esplorazioni ritorna più volte il ghiacciaio del Belvedere: dal 2008, anno in cui il naso degli esperti esploratori fiuta grandi possibilità, al 2012 anno della scoperta di Effimera, a quello successivo con la Grotta Tre Amici poi ancora al 2014 con la scoperta del Sistema Zamboni e, successivamente con i Complessi del Lago Effimero. Ma non ci si ferma e lo sapete bene! Altre importanti esplorazioni arrivano fino al 2018, anno in cui il GGN vince pure il premio Macugnaga Montagna. Mi piace anche ricordare che il filo che lega tutte queste e le future esplorazioni nel ghiaccio si dipani da Valerio, Fiorenzo ed Alex, passando per Luciano, Lia, Juri, Gianni e via via per tutti gli altri soci che hanno affrontato il Belvedere, fino a crearsi nel tempo intrecci con altri Gruppi (GSBi in primis) e speleologi uniti da questa strana passione per l'effimero, più forte di tutto, anche di fatica e freddo! E si procede nel tempo e nella nostra storia: ancora studi meteorologici al Pian del Tivano e tracciamenti al Complesso del Sebino ed al Campo dei Fiori di Varese, ma non solo, tanto ci sarebbe da scrivere sull'impegno dei soci; basta infatti scorrere i numeri di Labirinti per apprezzarlo: Friuli, un nuovo campo in Cambogia, battute esterne ed esplorazioni nelle nostre Valli, dalla Valstrona alla Val d'Os-



Una sala della grotta Govetnica (BiH), la grotta più estesa della Bosnia-Erzegovina.

sola, organizzazione di numerosi corsi di tracciamento e di aggiornamento, fino allo stage “Valle Strona Sotterranea” e al corso di glaciospeleologia del 2018. Esistono però anche punti negativi che non vanno dimenticati: scarso, se non nullo ricambio generazionale, corsi sezionali deserti, sempre meno soci attivi, iniziative portate avanti da uno sparuto gruppo... Nonostante queste ultime note, non

proprio ottimistiche, il filo che lega direttamente il 1978 al 2008 fino al 2018 non si spezzerà e andrà oltre. Ne sono fermamente convinta perché è formato da tanti trefoli un po' sfilacciati, è vero, ma ancora strettamente intrecciati tra loro che lo rendono particolarmente vigoroso e pronto ad affrontare il futuro del gruppo. E allora appuntamento al prossimo 50esimo!

LA GROTTA DI TASSERE (2630 Pi/BI)

Gian Domenico Cella, Marco Ricci, Silvia Raimondi

RIASSUNTO

L'articolo accompagna un NUOVO RILIEVO della Grotta di Tassere (2630 Pi/BI) che, con i suoi 237 m di SVILUPPO spaziale, è una delle più lunghe CAVERNE dell'unità IVREA-Verbano, una ben nota sezione di crosta terrestre profonda che si SVILUPPA tra IVREA e il Canton Ticino. Sono illustrati anche i risultati di misure meteorologiche condotte nella grotta, così come alcuni aspetti della sua morfologia, dei suoi depositi e del suo regime idrico.

ABSTRACT

A new SURVEY of the Tassere CAVE (2630 Pi/BI; Northwestern Italy) is PROVIDED. The CAVE is 237 m long, so it is among the longest ones of the IVREA-Verbano Zone, a well known section of deep continental crust of the northern Piedmont. Some information about the CAVE meteorology, morphology, and hydrology is also PROVIDED and discussed.

PREMESSA

La Val Sessera, la più importante tributaria di destra della Valsesia, si sviluppa tortuosa per oltre 30 km da Ovest verso Est, dalla Cima di Bo (m 2556) alla Sesia, cui conferisce le sue acque tra Serravalle e Borgosesia, poco dopo aver ricevuto, da sinistra, quelle dello Strona di Postua, uno dei suoi maggiori affluenti e uno dei molti torrenti che in questo angolo di Piemonte portano il nome di Strona.

A monte di Coggiola, la Val Sessera è pressoché disabitata tanto che si dice costituisca una delle aree disabitate più vaste dell'Italia settentrionale, con solo qualche alpeggio occupato stagionalmente e un paio di punti di ristoro sul fondovalle: la Casa del Pescatore e il rifugio Piana del Ponte. Il restante della valle, invece, è costellato di paesi (Coggiola, Pray, Crevacuore) dove la ricchezza d'acqua ha fatto sì che si insediassero alcuni stabilimenti di quell'industria tessile biellese che ha rappresentato una delle primissime esperienze industriali italiane.

Ricca di emergenze naturalistiche (Vanzi et al., 1989), la valle è geologicamente divisa in due parti. Il settore più a monte si sviluppa nelle rocce cristalline della

Zona Sesia-Lanzo poi, circa a metà del suo corso, tra il Bocchetto Sessera e la Bocchetta della Boscarola, il Sessera interseca la Linea Insubrica e prosegue attraverso le due sottunità della Zona Ivrea-Verbano: dapprima il Corpo Ultrabasico di Ivrea, anch'esso di rocce cristalline, e poi la Formazione Kinzigitica che, invece, racchiude lenti di rocce carbonifere come i marmi e i calciferi.

Per molti anni l'unica attrattiva speleologica della Val Sessera è stata la grotta di Tassere (Comello e Sella, 1980) poi, in poco tempo, c'è stato un rinnovato interesse per la zona. Hanno iniziato i biospeleologi col ricordarsi, e ricordarci, che in valle c'erano parecchie miniere di cui studiare la fauna, ad esempio quelle "Grande" e "del Carrello" di Ailoche (Pascutto, 1998; Pascutto e Balestrieri, 2000) o quella di corindone sopra il bel ponte di Babbiera.

Più o meno contemporaneamente, il nostro Stefano Torri, nel suo peregrinare, spesso solitario, tra i monti della Valsesia, rinveniva e rilevava la Balma dell'Uomo Selvatico (2712 Pi/VC), sul versante che il Monte Tovo presenta verso Postua

(Torri, 1996). E sempre nell'area di Postua, il Gruppo Speleologico Biellese (G.S.Bi.) esplorava il Pozzo dei Gufi (2734 Pi/BI) pubblicandone una bella sezione artistica di Riccardo Fiore a pag. 16 del n° 21 dell'Orso Speleo Biellese (1998-1999). Intanto il GGN aveva effettuato un nuovo rilievo della Grotta di Tassere mentre, in seguito, ancora il G.S.Bi. rilevava la Tana del Diavolo (2797 Pi/BI), legata alla vicenda di Fra Dolcino (Sella e Tarricone, 2011). Più recentemente siamo tornati in valle e, in quell'occasione, abbiamo deciso di pubblicare quel nostro rilievo, ancora inedito. E chissà che la Val Sessera non riservi ancora qualche altra sorpresa...

STORIA DELLE ESPLORAZIONI

A quanto ne sappiamo, la grotta di Tassere è citata per la prima volta in un articolo del 1959 in cui si riporta che un "tubetto" trovato nelle collezioni del Museo Civico di Storia Naturale di Genova conteneva diversi esemplari del crostaceo *Alpioniscus feneriensis* "raccolti dal Signor R. Liatti nella Grotta di Tassere presso Caprile", allora in provincia di Vercelli (Brian, 1959). Più tardi, con la fondazione del G.S.Bi., la grotta diventa un suo tradizionale terreno d'azione. Già nell'anno di fondazione del gruppo (1962) uno dei soci fondatori, Silvio La Paglia, pubblica su Grotte due articoli consecutivi sulle due principali caverne biellesi: Tassere, appunto (La Paglia, 1962), e Bercovei. Descrizione e rilievo, molto schematico, di Tassere concordano nell'indicare uno sviluppo di circa 50 m. Da un successivo dettagliatissimo articolo di Ferruccio Cossutta sugli esordi del G.S.Bi. si sa che la grotta fu visitata almeno una volta quasi tutti gli anni dal 1962 al 1973, scoprendovi prosecuzioni (1963) e stendendone una descrizione (1964) e un rilievo (1967) aggiornati ma, apparentemente, non pubblicati. Nonostante



Accesso al ramo principale della grotta.

questa ripetuta frequentazione, nei programmi del 1972 si manifestava ancora la necessità di completare esplorazione e rilievo della grotta (Cossutta, 1973). Una testimonianza delle esplorazioni degli anni '60 è stata pubblicata, molti anni più tardi, da Riccardo Fiore (Fiore, 1991).

Il 5 gennaio 1975 nella grotta si verifica un incidente: in seguito a una scivolata, uno speleologo riporta la frattura del perone e la compressione di due vertebre. I suoi compagni di escursione avvisano i soci del G.S.Bi, cinque dei quali giungono sul luogo dell'incidente dopo due ore e mezza dalla chiamata (3 o 4 ore dall'incidente). Dopo altre due ore il ferito, cui non resteranno conseguenze dell'accaduto, è già all'ospedale di Biella (Anonimo, 1975).

Nel 1980 Daniela Comello e Renato Sella, del G.S.Bi., pubblicano un rilievo e uno studio moderni della caverna (Comello e Sella, 1980). Riprendono, intanto, gli studi

biospeleologici, portati avanti prima da Achille Casale (Casale, 1983 e 1986), poi dai biospeleologi del G.S.Bi. (Pascutto, 1998 e Pascutto e Balestrieri, 2000).

GROTTA DI TASSERE (2630 Pi/BI)

Speleometria

Comune: Caprile

Coordinate UTM: 32T: 0437630 506115

Datum: WGS84

Quota GPS: 748 m slm

Quota CTR: 738 m slm

Sviluppo spaziale: 237 m

Sviluppo planimetrico: 203 m

Dislivello: +12/-3 m

Formazione geologica: calcefiri della
Formazione Kinzigitica

Accesso

Quello descritto non è il solo accesso possibile ma è quello verosimilmente più comodo.

Da Crevacuore si sale per strada asfaltata verso l'Alpe Noveis. Si superano Ailoche e il santuario della Madonna della Brugarola, fino a incontrare sulla propria sinistra, un paio di chilometri dopo il santuario (q. 875 m ca.), una strada asfaltata in leggera discesa, che porta stando a mezza costa, al Pian delle Rape.

La si imbecca e la si segue per circa 250 metri fino a un curvone, il più marcato della strada; si prende allora, sulla sinistra, una strada forestale sterrata, in forte discesa, che conduce all'alpe Solivo. Benché questa sterrata sia percorribile con un buon fuoristrada, conviene posteggiare l'auto al suo inizio e poi seguirla a piedi, tenendosi sempre a destra in corrispondenza di alcuni bivi.

Poco prima del suo termine, in prossimità del torrente Caneglio, la sterrata passa a valle dell'ingresso, ben visibile, della

grotta. Dall'auto preventivate una quindicina scarsa di minuti a piedi, un po' di più al ritorno.

Altri percorsi, paesaggisticamente più piacevoli, sono possibili partendo dal basso. Dalla frazione Chiesa di Caprile prendere sulla sinistra la strada asfaltata che porta alle frazioni Riale e Persica (cartello indicatore Grotta di Tassere); conviene lasciare l'auto in quest'ultima frazione, nello slargo sito all'estremità nord-orientale dell'abitato.

Proseguire a piedi verso monte sull'ottima mulattiera che costeggia precipite il rio, fino ad un bivio (5') ove incontrerete un cartellone che descrive la grotta; proseguire dritti in moderata salita lungo un buon sentiero (15a), fino a un secondo bivio, ove si prosegue sempre dritti (cartello indicatore; 10' da Persica); dopo pochi minuti si incontra un nuovo bivio ove si continua a salire stando lungo un costolone della montagna (indicazioni a vernice su un albero).

A quota 725 m circa, ad un ulteriore bivio, si prende il sentiero pianeggiante di destra che costeggia dei modesti ruderi (nessuna segnalazione; circa 20' da Persica). Il sentiero prosegue in piano per alcune centinaia di metri fino a costeggiare un'alpe (q. 750 m ca.), dopodiché si abbassa di colpo (attenzione!) fino a raggiungere il torrente Caneglio, nei pressi di alcune opere di presa in cemento. La grotta si apre nell'unica paretina rocciosa che vi trovate di fronte, sull'altra sponda del torrente, da superare a guado. Preventivate una mezz'ora comoda di cammino.

L'avvicinamento dalla frazione Riale, riportato nelle vecchie descrizioni, rimane fattibile su buoni sentieri fino all'alpe sottostante un grosso serbatoio idrico posto alla sommità di un promontorio (q. 685 m ca), ma una volta discesi sul Caneglio (q. 680 m ca.), risulta problematico risalirlo per via dei rovi che ne hanno comple-

tamente invaso il letto. Per evitarli, dal guado potete proseguire a sinistra lungo il sentiero pianeggiante, in parte rovinato, che in circa 15 minuti vi riporta all'itinerario da Persica.

Descrizione

La grotta vera e propria è preceduta da un ampio vano aventi dimensioni di 10 x 6 m; sulla destra uno stretto cunicolo concrezionato (cap. 18) diviene presto intransitabile.

Sulla sinistra un ampio portale, grossolanamente rettangolare, alto circa quattro metri e largo uno, immette in una prima sala, lunga una decina di metri e larga tre o quattro, in fondo alla quale c'è un alto camino. Sulla destra, un corridoio col pavimento ricoperto da grossi blocchi immette, dopo una decina di metri, in un'ampia sala col suolo in forte salita verso sinistra.

Proseguendo dritti ci si infila in una serie di orridi cunicoletti (cap. 4q) con pavimento ricoperto da ciottoli e argilla; risalendo invece a sinistra, alla sommità incontriamo l'imbocco di un pozzo profondo 9 m. Per scenderlo necessita una corda di 12 m: ancoraggi in loco (spit). La base del pozzo si può raggiungere anche senza utilizzo di corde, percorrendo uno stretto e bagnato cunicolo che inizia, poco evidente, sulla sinistra, alla base della risalita.

Dalla base del pozzo si risalgono alcuni massi raggiungendo così una ulteriore saletta interessata da una colata (cap. 9-10); da questo punto in avanti la grotta si sviluppa con una serie di piccole gallerie e bassi ambienti complessi, labirintici e fangosi, di cui daremo una descrizione di massima.

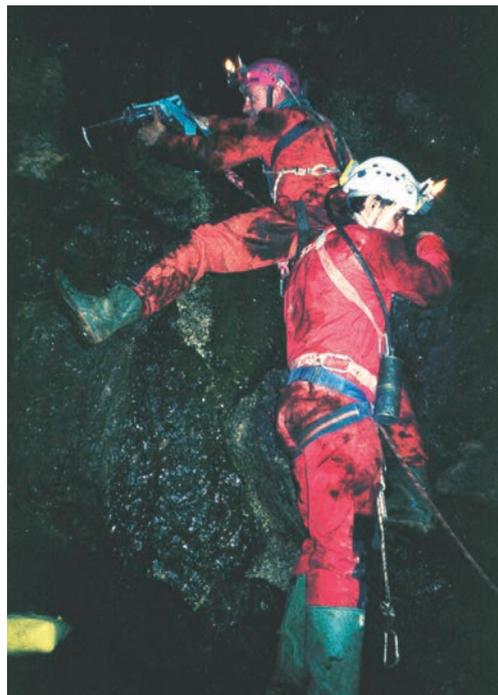
Ci si innalza sulla sinistra e si percorre un cunicoletto che dà su un bivio (cap. 12); prendendo a sinistra si incontra una galleria che dopo pochi metri porta su un

pozzetto (P4), terminando poi sullo stretto. Il pozzetto P4 può, con una certa attenzione, venire disceso anche in libera; in ogni caso è armato con spit, su cui si può fissare una corda di sicurezza (8 m).

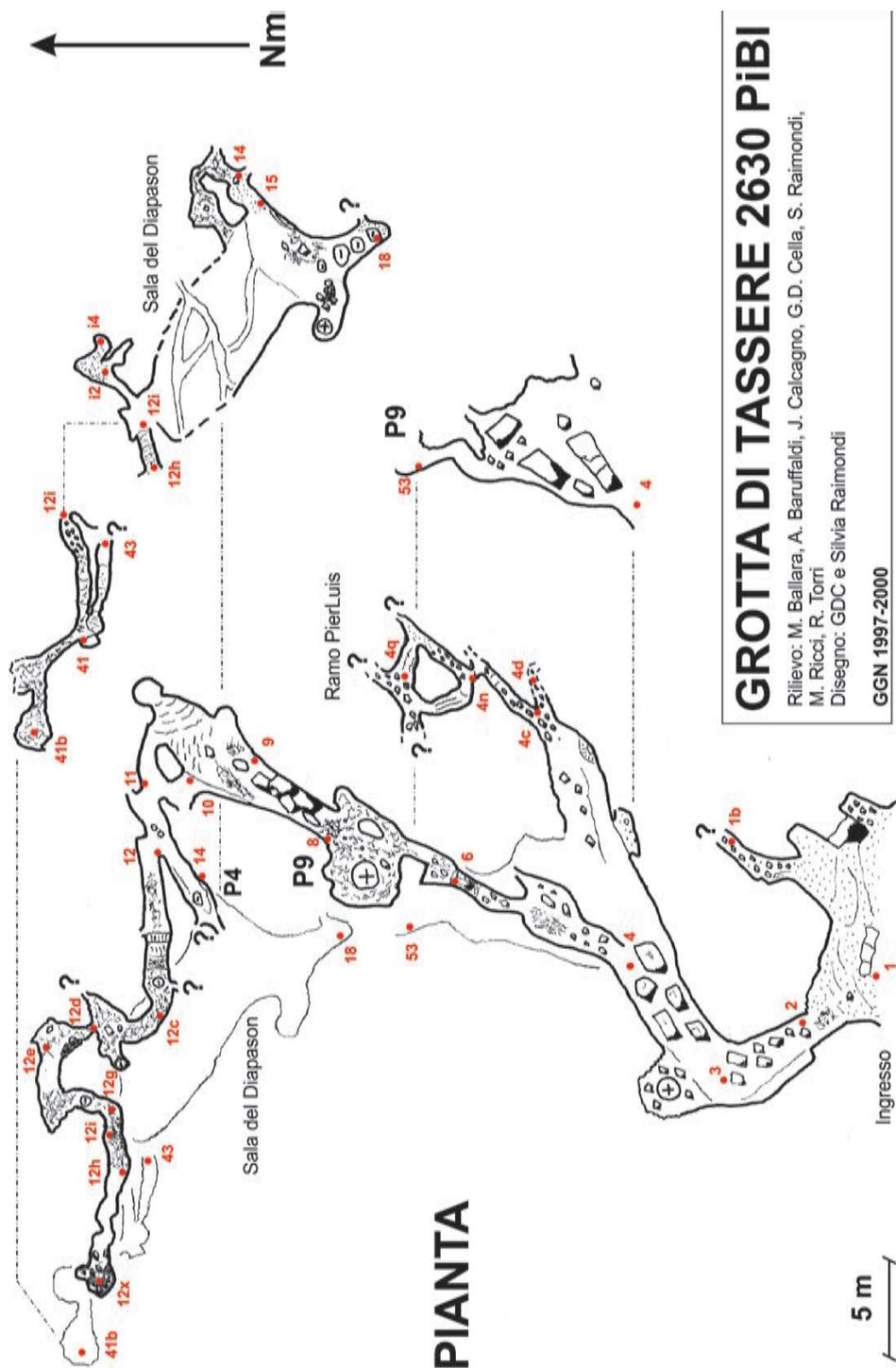
Si raggiunge così una sala lunga una decina di metri, alta 1-2 (Sala del Diapason) il cui pavimento è inciso da una serie di solchi; sulla sinistra una galleria presto si infogna su una serie di pozzetti e camini (cap. 18).

La sala, dapprima in leggera discesa, sbocca dopo una salita allo snodo 12i da dove è possibile, destreggiandosi nel fango:

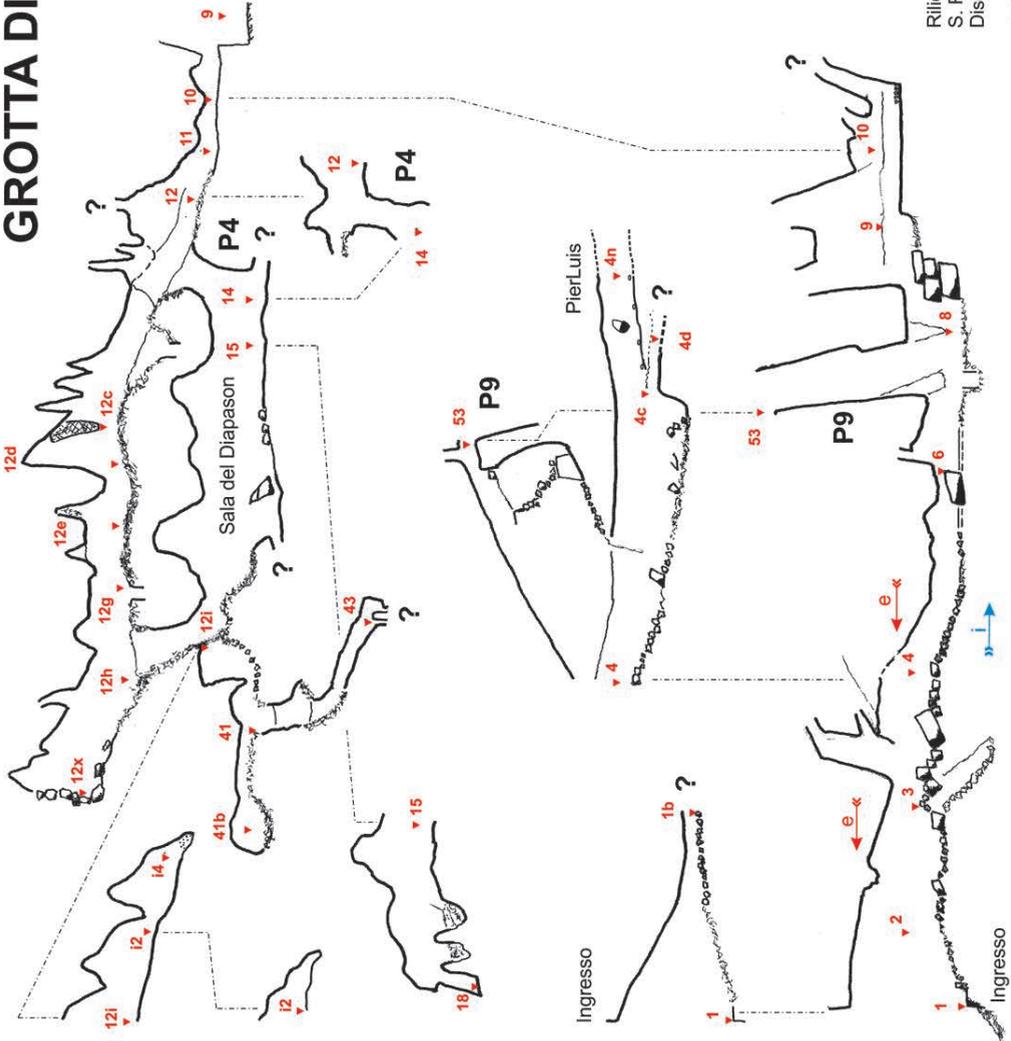
- scendere sulla destra in una serie di gallerie cieche con pavimento ricoperto da sabbolina e ciottoli (4);
- scendere sulla sinistra una china pietrosa che porta ad ambienti colmi di argilla (cap. 41b) e tramite un pozzetto e una



Risalita di un camino interno.

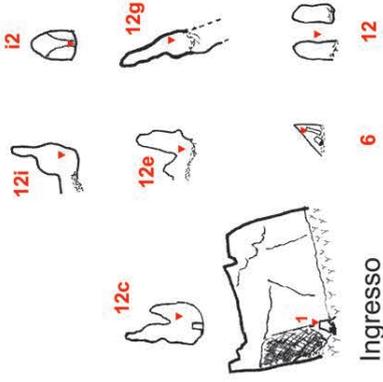


GROTTA DI TASSERE 2630 P*IBI*



SEZIONI LONGITUDINALI

SEZIONI TRASVERSALI



Rilievo: M. Ballara, A. Baruffaldi, J. Calcagno, G.D. Cella,
S. Raimondi, M. Ricci, R. Torri
Disegno: GDC, Silvia Raimondi

GGN 1997-2000





Rilevando la grotta.

strettoia in ulteriori ambienti minuscoli (cap. 43), quelli in assoluto alla quota più bassa (-2,70 m);

-risalire sulla sinistra un pozzo-scivolo fangosissimo che porta a una via alternativa rispetto a quella descritta (cap. 12h). Questo punto può venire raggiunto anche partendo dal cap. 12: si prende a destra una stretta e bassa galleria in lieve salita che dopo una decina di metri, superato un meandrino, svolta bruscamente a destra in corrispondenza di una caratteristica lama rocciosa, portando a una minuscola saletta (cap. 12d); la galleria prosegue tortuosa, variamente stretta fino a un pozzo scivolo di fango, che si può attraversare con una certa attenzione (cap. 12h), in collegamento con la sottostante sala del diapason, tramite il nodo 12i; lungo il percorso sono presenti vari pozzetti verticali. La galleria prosegue in salita, stretta ma

alta, per altri sette metri circa, fino a una minuscola saletta ingombra di massi di crollo, ove ha termine la grotta (cap. 12x). In questo settore della grotta (oltre P9) sono presenti altri rami secondari non descritti, molti intasati dall'appiccicosissimo fango, percorribili però solo per pochi metri.

Osservazioni

Litologia

La grotta si apre in una minuscola lente di calcari cristallini silicizzati (calcefiri), assai eterogenea, che in esterno dà origine a una modesta costola in rilievo.

Si tratta di una delle classiche lenti carbonatiche inglobate nella Formazione Kinzigitica, una delle unità costituenti la studiatissima Zona Ivrea-Verbanò, raro affioramento superficiale di settori profondi della crosta terrestre. Interessa un'area che va da Ivrea al Canton Ticino ed è usualmente costituita da gneiss, scisti e rari filoni pegmatitici.

Secondo le attuali conoscenze, si tratterebbe di depositi marini depositati nel periodo pre-cambriano (ca. 750 milioni di anni fa), metamorfosati durante l'orogenesi ercinica (ca. 350 milioni di anni fa). La silicizzazione sarebbe avvenuta in un momento successivo rispetto alla deposizione.

I litotipi che compongono la minuscola lente carbonatica si presentano estremamente eterogenei, in quanto i settori carbonatici (prevalenti) inglobano masse mal definite ma importanti di rocce silicatiche. Scendendo nel dettaglio, campioni prelevati nelle prime parti della grotta hanno evidenziato una eterogeneità compositiva impressionante: si va da marmi bianchi a grana finissima e frattura concoide, a rocce costituite da aggregati compatti comprendenti marmi biancastri, rosati, azzurrognoli, grigi a grana media e fine, a volte raggruppati su livelli di colore diver-

so, associati a settori a grana cristallometrica grossolana a silicati e quarzite; non mancano rocce costituite quasi esclusivamente da silicati, inglobanti elementi millimetrici nerastri (tormaline?).

Il contenuto carbonatico globale riscontrato è di conseguenza molto variabile, oscillando dal 97% al 10%.

Morfologia

L'avangrotta parrebbe modificata dall'intervento umano, come testimonierebbe la presenza di un foro circolare dovuto all'impiego di un fioretto di perforazione (cap. 2); voci popolari lo associano ai lavori di costruzione delle vicine opere di presa.

Il primo tratto della grotta è interessato da morfologie prevalentemente di crollo; oltre il P9 incontriamo morfologie schiettamente carsiche, di corrosione e freatiche.

Depositi

La grotta nel tratto iniziale presenta depositi tendenzialmente clastici; nei tratti più avanzati sono presenti, in zone confinate, rari depositi di ciottoli (cap. 4c, 9, 2) e sabbie. L'argilla, a vari gradi di fluidità, occupa per il resto buona parte della grotta, giungendo a volte a occupare quasi l'intera sezione delle gallerie.

Anche i depositi chimici (concrezioni) sono abbastanza comuni, principalmente sotto forma di colate parietali (cap. 1b, 15) e pavimenti alabastrini (cap. 9-12). La presenza di stalattiti è minima.

Idrologia

La grotta non è interessata da flussi idrologici consistenti.

Una modesta ma antipatica pozzanghera è presente nella strettoia antistante il P9, mentre un certo stillicidio è diffuso nei dintorni dello snodo 15i -15h e nell'area tra la sala del cap. 9 e il P5, ove riesce a

dare origine anche a un modestissimo ruscellamento.

Le gallerie dopo il P9 sono comunque ricoperte pressoché ovunque da un sottile velo di acqua, più che sufficiente a impregnare in breve tempo il vestiario indossato.

Meteo

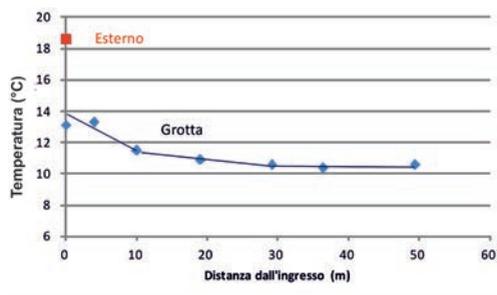
Il settore inferiore della grotta è attraversato da una discreta corrente di aria: nel periodo invernale la grotta aspira aria dall'esterno mentre nel periodo estivo la direzione della corrente inverte.

Il settore conosciuto della grotta rappresenta quindi l'ingresso basso di un sistema più ampio.

Il 25 giugno 2000 sono state effettuate delle misure di temperatura con termometro digitale in varie parti della grotta, che sotto riportiamo:

Esterno:	18,6 °C
Cap. 1:	13,1 °C
Cap. 2:	13,3 °C
Cap. 3:	11,5 °C
Cap. 4:	10,9 °C
Cap. 6:	10,6 °C
Cap. 8a:	10,4 °C
Cap. 12:	10,6 °C

Come meglio si apprezza dal grafico,



Disegno 1: Temperatura interna della grotta (giugno 2000).



Gli appiccicosi depositi.

la temperatura pare stabilizzarsi oltre la strettoia sottostante P9 intorno a un valore di equilibrio di circa 10,5 °C, non distante da quella media esterna annuale valutata in 9,6 – 10,9 °C (dati estrapolati e corretti per la quota ricavati dalle registrazioni di ARPA Piemonte e Centro Geofisico Alpino di Varese).

Paleontologia e archeologia

Comello e Sella (1980) suggerivano di effettuare dei saggi archeologici negli androni iniziali della grotta: pensiamo non siano mai stati effettuati. Resti di un netto scavo sono invece presenti nella saletta alla base del P9. Da segnalare la presenza di ossa nella remota zona del cap. 41b.

Racconti popolari e leggende

Alcuni locali ritengono che il nome della grotta sia legato alla presenza di tassi che

frequentavano un tempo l'area. La Paglia (1962) riporta una diceria, da lui stesso ritenuta poco credibile, secondo cui le volpi della zona entravano nella grotta per poi uscirne ad alcune centinaia di metri di distanza, più in alto sulla montagna.

LE MAGGIORI GROTTA DELLA FORMAZIONE KINZIGITICA

L'elenco delle grotte dell'unità Ivrea-Verbano e, in particolare, della sua Formazione Kinzigitica (Cella e Ricci, 1994) è ormai datato ma la Grotta di Tassere si conferma una delle maggiori cavità della Formazione. Questa è la situazione aggiornata degli sviluppi spaziali delle sue grotte più lunghe di 200 m:

Complesso del Monte Massone

(Ornavasso)

2758 Pi/VB

2188 m*

Caverna delle Streghe di Sambughetto

(Valstrona)

2501 Pi/VB

735 m

Ca' d'la Cusc (San Bernardino Verbano)

2720 Pi/VB

624 m

Complesso dell'Intaglio di Sambughetto

(Valstrona)

2536 e 2537 Pi/VB

>400 m

Grotta di Tassere (Caprile)

2630 Pi/BI 237 m

* *Compresi 652 m in settori artificiali.*

La grotta più profonda è sempre il Complesso del Monte Massone (-211 m), seguito dalla Ca' d'la Cusc: (86 m di dislivello: -46, +40).

BIBLIOGRAFIA

- Anonimo (1975), *Incidente a Tassere*. Orso Speleo Biellese. Boll. G.S. Biellese CAI, 3: 10.
- Brian, A. (1959), *Descrizione di individui giovani di *Alpioniscus feneriensis* (Parona) raccolti dal dott. Moscardini e provenienti da una grotta presso Varallo*. Le Grotte d'Italia, serie 3, 2: 76-80.
- Casale, A. (1983), *Biospeleologia: attività degli ultimi dieci anni*. Grotte, Boll. G.S. Piemontese CAI-UGET, 83: 47-50.
- Casale A. (1986), *Ricerche biospeleologiche 1986*. Grotte, Boll. G.S. Piemontese CAI-UGET, 92: 52-55.
- Cella G.D. e Ricci M. (1994), *Fenomeni carsici nell'Unità Ivrea-Verbanò (Italia Nord-occidentale)*. Atti XVII Congresso Nazionale di Speleologia, Castelnuovo Garfagnana, settembre 1994, 120-134.
- Comello D. e Sella R. (1980), *Grotta di Tassere*. Orso Speleo Biellese. Boll. G.S. Biellese CAI, 8: 17-20.
- Cossutta, F. (1973), *La speleologia dei gruppi biellesi dagli anni 60 al 1973*. Orso Speleo Biellese. Boll. G.S. Biellese CAI, 1: 10-78.
- Fiore, R. (1991), *I pipistrelli nella scienza speleologica*. Orso Speleo Biellese. Boll. G.S. Biellese CAI, 15: 43-47.
- La Paglia, S. (1962), *La grotta di Tassere*. Grotte, Boll. G.S. Piemontese CAI-UGET, 18: 16-19.
- Pascutto, T. (1998), *Indagini speleologiche in cavità del Piemonte settentrionale. Province di Biella, Vercelli, Novara e Torino (dal 1992 al 1997)*. Tipolitografia di Borgosesia.
- Pascutto T. e Balestrieri A. (2000), *Note sui chiroterri troglodili osservati in alcune cavità del Piemonte*. Orso Speleo Biellese. Boll. G.S. Biellese CAI, 21: 18-31.
- Reale Ufficio Geologico (1927), *Carta Geologica d'Italia, Foglio 30 (Varallo)*, Roma. Rilievo a cura di S. Franchi.
- Sella R. e Tarricone L. (2011), *Alta Via Biellese dei Fuochi: la Tana del Diavolo*. ΚΑΥΩ, Panta Rei, servizi per la speleologia, n° 10 (42), 2-6.
- Torri, S. (1996), *Balma dell'Uomo Selvatico (VC)*. Labirinti, 16, 42-43.
- Vanzi R., Motta R. e Pascutto T. (1989), *Un parco per l'alta Val Sessera*. WWF Italia, Delegazione Piemonte e Comitato Parchi Nazionali e Riserve Analoghe.

RINGRAZIAMENTI

Siamo grati a tutti i soci del GGN che hanno collaborato all'esplorazione e al rilievo della grotta: Giovanni Albin, Marcella Ballara, Alberto Baruffaldi, Jacopo Calcagno, Cesare Galli, Luciano Galimberti, Simone Milanolo, Giovanni Pavesi, Roberto Torri, Fiorella Trevisan.

Enrico Lana, oltre a studiare la fauna, ci ha reso disponibili alcune fotografie.

FAUNA DELLA GROTTA DI TASSERE

Enrico Lana

Gruppo Speleologico Piemontese CAI UGET

Gruppo Speleologico Alpi Marittime

Biologia Sotterranea Piemonte - Gruppo di ricerca

La Grotta di Tassere, per la sua collocazione lungo un versante boscoso e la locazione dell'ingresso, posto al culmine di un cono di deiezione in un rientro di una piccola falesia, è un ottimo rifugio naturale per gli artropodi sciafili e igrofilo che solitamente frequentano le parti liminari delle cavità sotterranee provenendo dalla lettiera forestale.

L'ingresso, alto e stretto, dà adito a un androne fresco e umido col pavimento cosparso di clasti, situazione solitamente favorevole alla presenza di Carabidi e Chilopodi, nonché dei Gasteropodi, anche epigei, che vi si rifugiano per rifuggire le condizioni sfavorevoli di siccità estiva e gelo invernale. Anche le sorgenti collegate al sistema carsico hanno permesso di rinvenire un Gasteropode acquatico stigobionte.

Nell'elenco che segue, riportiamo le prime segnalazioni comparse in letteratura per ognuno dei *taxa*; le citazioni non comparse precedentemente in letteratura sono racchiuse tra parentesi quadre [...].

Le abbreviazioni meno comuni usate nell'elenco faunistico hanno i significati seguenti:

es., esemplare/i;
juv., giovane;
leg., raccolte/raccolsero;
n., nicchio;
v&f, vide e fotografò;
vid., vide.

ELENCO FAUNISTICO

***Bythinella* sp.** (Neotaenioglossa, Hydrobiidae): Bodon & Delmastro, 2013: 26 sub «Ruscello sorgivo sotto la Grotta di Tassere».

Oxychilus mortilleti (Pfeiffer, 1859) (Stylommatophora, Zonitidae): Pascutto, 1998: 29, 17.IX.1994 T. Pascutto leg. 5 n., 18.VIII.1995 T. Pascutto leg. 3 es., 12.X.1997 T. Pascutto, E. Ghielmetti e R. Palestro leg. 1 es. e 11 n.

Oxychilus polygyrus (Pollonera, 1885) (Stylommatophora, Zonitidae): Pascutto, 1998: 29, 17.IX.1994 T. Pascutto leg. 4 n., 18.V.1997 M. Ricci leg. 1 n., 12.X.1997 T. Pascutto, E. Ghielmetti e R. Palestro leg. 1 es. juv. e 9 n.

Stylommatophora, Limacidae indet.: [29.IV.2015 E. Lana v&f 1 es.].



Femmina di *Metellina merianae*.

Monachoides incarnata (O.F. Müller, 1774) (Stylommatophora, Hygromiidae): Pascutto, 1998: 30, 12.X.1997 T. Pascutto, E. Ghielmetti e R. Palestro leg. 5 n.

Drepanostoma nautiliforme Porro, 1836 (Stylommatophora, Hygromiidae): Pascutto, 1998: 30, 12.X.1997 T. Pascutto, E. Ghielmetti e R. Palestro leg. 2 es. e 1 n.

Tegenaria silvestris L. Koch, 1872 (Araneae, Agelenidae): Lana *et al.*, 2017: 43, [29.IV.2015 E. Lana v&f 1 ♂ e 1 ♀].

Troglohyphantes lucifuga (Simon, 1884) (Araneae, Linyphiidae): Isaia *et al.*, 2011: 65, 09.VII.1994 T. Pascutto leg. 1 ♀, 268.

Nesticus cellulanus (Clerck, 1758) (Araneae, Nesticidae): Arnò & Lana, 2005: 119 e 197, 5.IX.1994 T. Pascutto e E. Ghielmetti leg. 1 ♀.



Femmina di *Tegenaria silvestris*.

Metellina merianae (Scopoli, 1763) (Araneae, Tetragnathidae): Pascutto, 1998: 39 sub «*Meta m.*», 1994, 1995, 1997 T. Pascutto e E. Ghielmetti leg. 5 ♂♂ 5 ♀♀ e 3 imm.

Meta vel Metellina sp. (Araneae, Tetragnathidae): Arnò & Lana, 2005: 119 e 219, 18.V.1986 A. Casale leg.

Araneae indet. Arnò & Lana, 2005: 119 e 248, 18.V.1986 A. Casale leg.

Ixodes sp. (Acari, Ixodida, Ixodidae):



Femmina di *Limonia nubeculosa*.

[29.IV.2015 E. Lana v&f 1 ♂]; Lana *et al.*, 2017: 43.

Acari, Gamasida, Parasitidae Pergamasinae indet.: [29.IV.2015 E. Lana v&f 1 es.].

Isopoda, Oniscidea indet.: [29.IV.2015 E. Lana v&f 1 es.].

Alpioniscus feneriensis (Parona, 1880) (Isopoda, Trichoniscidae): Brian, 1959: 79 sub «*A. fenerensis*» (sic!), R. Liatti leg. diversi es.

Eupolybothrus tridentinus (Fanzago, 1874) (Lithobiomorpha, Lithobiidae): Pascutto, 1998: 71, 18.VIII.1995 T. Pascutto leg. 1 es.



Esemplare di *Oxychilus polygyrus*.



Esemplare di *Polydesmus cf. testaceus*.

Lithobius piceus verhoeffi Demange, 1958 (Lithobiomorpha, Lithobiidae): Pascutto, 1998: 72 sub «*L. p. verhoeffi*» (sic!), 18.VIII.1995 T. Pascutto leg. 1 es.

Lithobius punctulatus C.L. Koch, 1847 (Lithobiomorpha, Lithobiidae): Pascutto, 1998: 73, 18.VIII.1995 T. Pascutto leg. 1 es.

Cryptops parisi Brölemann, 1920 (Scolopendromorpha, Cryptopidae): Pascutto, 1998: 70, 18.VIII.1995 T. Pascutto leg. 1 es.

Strigamia sp. (Geophilomorpha, Linotaeniidae): Pascutto, 1998: 70, 18.VIII.1995 T. Pascutto leg. 1 es.

Polydesmus cf. testaceus C.L. Koch,

1847 (Polydesmida, Polydesmidae): [29. IV.2015 E. Lana v&f 2 es.].

Collembola, Tomoceridae indet.: [29. IV.2015 E. Lana v&f 1 es.].

Machilis sp. (Microcoryphia, Machilidae): [29.IV.2015 E. Lana v&f 1 es.].

Trechus lepontinus Ganglbauer, 1891 (Coleoptera, Carabidae, Trechini): Casale *et al.*, 2007, CD-Rom.

Coleoptera, Carabidae Bembidiinae indet.: [29.IV.2015 E. Lana v&f 1 es.].

Sphodropsis ghiliani caprai Binaghi, 1939 (Coleoptera, Carabidae): Casale, 1987: 52; Casale, 1988: 370.



Esemplare di *Alpioniscus feneriensis*.



Esemplare di Isopoda, Oniscidea indet.

Coleoptera, Carabidae indet.: [29. IV.2015 E. Lana v&f 1 es.].

Limonia nubeculosa Meigen, 1804 (Diptera, Limoniidae): Pascutto, 1998: 60, 5.IX.1994 T. Pascutto leg. 2 es.

Diptera, Mycetophilidae indet.: [29. IV.2015 E. Lana v&f 1 es.].

Culex pipiens Linnaeus, 1758 (Diptera, Culicidae): Pascutto, 1998: 60, 29.I.1995 T. Pascutto leg. 4 es.

Diptera, Phoridae indet.: Pascutto, 1998: 60, 29.I.1995 T. Pascutto leg. 13 es.

Diptera, Sphaeroceridae indet.:



Esemplare di *Trechus lepontinus*.

Pascutto, 1998: 60, 29.I.1995 T. Pascutto leg. 3 es.

Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774) (Chiroptera, Rhinolophidae): Fiore, 1991: 43; Ricci, 2000: 65.

***Rhinolophus* sp.** (Chiroptera, Rhinolophidae): Fiore R., 1991: 44 sub «colonia di pipistrelli», VIII.1967 R. Fiore vid.

***Myotis* sp.** (Chiroptera, Vespertilionidae): Pascutto & Balestrieri, 2000: 28.



Maschio di *Ixodes* sp.

A partire dalle prime descrizioni, la grotta di Tassere è stata citata per la grande quantità di guano scuro e appiccicoso contenuto in alcune sue gallerie (Comello & Sella, 1981).

Testimonianze iconografiche ci riportano la presenza di Chirotteri nella cavità, come la foto di un Rinolofa pubblicata in un articolo di carattere generale su questi mammiferi alati e l'immagine di una colonia svernante riportata nello stesso lavoro (Fiore, 1991).

Attualmente questi Chirotteri sono rari da vedere a Tassere; anche a causa delle attività umane, sono molto meno nume-



Femmina di *Troglodyphantes lucifuga*.

rosi che negli anni '60 del secolo scorso, epoca a cui risalgono queste prime documentazioni fotografiche e gli accumuli di guano nella grotta.

La presenza di guano fresco in cavità sotterranee solitamente attira gli artropodi più specializzati alla vita ipogea, ma per ora l'organismo con i maggiori adattamenti che si è rinvenuto è un Isopode onnipresente in questi ambienti nel Piemonte settentrionale: *Alpioniscus*

feneriensis (Parona, 1880), completamente anoftalmo e depigmentato. Sarebbe interessante rinvenire in questa cavità Diplopodi Craspedosomatidi come *Oroposoma emiliae* Manfredi, 1953, presente in altre cavità della zona ("Böcc d'la Büsa Pitta", 2517 Pi/VC; Buco della Bondaccia, 2505 Pi/VC).

Per quanto riguarda i Carabidi Trechini, è presente solo *Trechus lepontinus*, con blandi adattamenti ipogei, diffuso in gran parte del Piemonte settentrionale; del resto, a partire dalla Valle di Susa, verso Nord, non sono presenti Trechini anof-

talmi e specializzati i quali ricompaiono poi, con il genere *Duvalius*, in provincia di Varese, a Est del Lago Maggiore.

Potrebbero essere invece presenti Coleotteri Leptodirini con un certo adattamento alla vita ipogea come *Baudiola tarsalis* (Kiesenwetter, 1861) e *Rondolinia adelinae* (Jeannel, 1934), presenti in cavità della zona.

Come sempre, solo un approfondimento delle ricerche, magari applicando conoscenze tecniche innovative, potrà portare nuova luce sulla vita nelle viscere della Terra.



Grotta di Tassere: ambienti iniziali.

BIBLIOGRAFIA

- Arnò C., Lana E., 2005 - *Ragni cavernicoli del Piemonte e della Valle d'Aosta*. - Associazione Gruppi Speleologici Piemontesi, Regione Piemonte, Ed. "La Grafica Nuova", Torino: 255 pp.
- Bodon M., Delmastro G.B., 2013 - *Distribuzione del genere Bythinella Moquin-Tandon, 1856 (Gastropoda: Bythinellidae) in Piemonte e Valle d'Aosta*. Notiziario della Società Italiana di Malacologia, 31 (2): 12-27.
- Brian A., 1959 - *Descrizione di individui giovani di Alpioniscus fenerensis PARONA raccolti dal Dott. Moscardini e provenienti da una grotta presso Varallo*. "Le Grotte d'Italia", serie 3, vol. 2 (1957-58): 76-80.
- Casale A., 1987 - *Ricerche biospeleologiche 1986*. "Grotte", Bollettino del Gruppo Speleologico Piemontese G.S.P.-C.A.I. UGET, Torino, Anno 29, n. 92, set.-dic. 1986: 52-55.
- Casale A., 1988 - *Revisione degli Sphodrini (Coleoptera, Carabidae, Sphodrini)*. Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, Monografie, V: 1024 pp.
- Casale A., Vigna Taglianti A., Brandmayr P., Colombetta G., 2007 - *Insecta Coleoptera Carabidae (Carabini, Cydrini, Trechini, Abacetini, Stomini, Pterostichini)* (pp. 159-163). In: Ruffo S. & Stoch F. (eds.), *Checklist and distribution of the Italian fauna - Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2ª serie, Sez. Scienze della Vita*, 17: 1-304, with data on CD-Rom.
- Comello D., Sella R., 1981 - *Grotta di Tassere*. "Orso Speleo Biellese", Bollettino del Gruppo Speleologico Biellese - C.A.I., 8 (1980): 17-20.
- Fiore R., 1991 - *I pipistrelli nella scienza speleologica*. "Orso Speleo Biellese", Bollettino del Gruppo Speleologico Biellese - C.A.I., 15: 43-47.
- Isaia M., Paschetta M., Lana E., Pantini P., Schönhofer A. L., Christian E., Badino G., 2011 - *Aracnidi sotterranei delle Alpi Occidentali italiane. (Arachnida: Araneae, Opiliones, Palpigradi, Pseudoscorpiones)*. Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, Monografie XLVII, 325 pp.
- Lana E., Casale A., Giachino P.M., Chesta M., 2017 - *Attività biospeleologica 2015*. "Grotte", Bollettino del Gruppo Speleologico Piemontese, GSP CAI-UGET, n. 165 (anno 59, gen.-giu. 2016): 41-56.
- Pascutto T., 1998 - *Indagini biospeleologiche in cavità del Piemonte settentrionale. Province di Biella, Vercelli, Novara e Torino (dal 1992 al 1997)*. Club Alpino Italiano, sezione di Biella: VI + 85 pp.
- Pascutto T., Balestrieri A., 2000 - *Note sui Chiroterteri troglodili osservati in alcune cavità del Piemonte*. "Orso Speleo Biellese", Bollettino del Gruppo Speleologico Biellese - C.A.I., 21 (1998-1999): 18-31.
- Ricci M., 2000 - *Note zoologiche. Segnalazioni di pipistrelli nel Piemonte settentrionale*. "Labirinti", Bollettino del Gruppo "Grotte" C.A.I. Novara, n. 19 (1999): 63-69.

GROTTA NEL BOSCO DEL MONDELLI (LoCO 2539) ...ovvero "PagaCella"

Ferdinando Bianco, Gian Domenico Cella, Daniele Gigante

RIASSUNTO

Viene descritta una particolare cavità verticale che si apre sul Monte Bisbino (Cernobbio, CO): raggiunge la profondità di 119 m ed ha uno sviluppo di circa 235 m. Vengono riportati una breve storia delle esplorazioni, l'itinerario di accesso, la descrizione, gli aspetti geologici, idrologici e di meteorologia ipogea che la caratterizzano, nonché le possibili correlazioni con le principali grotte dell'area.

ABSTRACT

In this paper the "Grotta nel Bosco dei Mondelli" (LoCO 2539), a cave on Mount Bisbino (Cernobbio, CO), is described. Currently it is - 119 m deep and about 235 m long. A brief chronology of the explorations is reported, then the route to the entrance and the morphology of the cave are dealt with; finally the cave is described from the geological, hydrological and meteorological points of view. To conclude, possible correlations with other caves on the area are analyzed.

PREMESSE

Correva il lontano anno 2005, più precisamente domenica 23 gennaio, quando cinque baldi speleologi del GGN che si stavano preparando per entrare alla Grotta dell'Alpe Madrona vennero fermati da un cacciatore che segnalò a poche decine di metri da loro un pozzetto da cui usciva una bella corrente di aria calda. Detto fatto, fu così gentile da accompagnarci all'ingresso: effettivamente la grotta c'era... la corrente di aria calda pure! Fissata una corda su un alberello, scendemmo immediatamente: alla base del pozzetto di pochi metri un cunicolo fangosetto si inoltrava nella montagna, presto interrotto da una frana di terriccio. Saremmo tornati quanto prima, attrezzati a dovere!

Il Catasto lombardo segnalava, proprio in quella posizione, una grotta già visitata da R. Banti e M. Folli il primo gennaio 1981: identica descrizione... pozzetto di qualche metro e cunicoletto di ca. 5 metri. Era proprio quella!

Complice una astuta metodologia di lavoro già messa a punto dal perfido GDC ("Offro una cena a tutti quelli che porteranno la grotta ad almeno 50 m di sviluppo!") seguirono una manciata di uscite che prima permisero di superare la frana iniziale, poi una ulteriore frana, finché venne rimosso l'ultimo sbarramento il 29 maggio 2005 raggiungendo il fondo quotato -61 m. La grotta chiudeva in fessura; oltre si avvertiva, ma non sempre, un marcato brusio che di volta in volta veniva attribuito a una cascatella o ad un turbinio d'aria.

Seguirono le immancabili uscite di rilievo, poi la grotta cadde nel dimenticatoio.

Verso la fine del 2012 un curioso avvenimento... sulla mailing list di "InGrigna!" gira una mail di A. Ferrario del gruppo di Saronno di cui riportiamo alcuni stralci: "...i miei soci vedono il buco, che con un veloce scavo diventa transitabile. Si infilano dentro e allargando qua e là arrivano a una saletta... oltre prosegue sempre con angusti passaggi quasi al



I primi scavatori.

limite della percorribilità fino ad un P5. L'entusiasmo sarebbe elevato per la probabile esplorazione, se non fosse per dei segni rossi e un inquietante n° 16, come a segnalare dei caposaldi?!? ...non ci sono tracce d'armo, i misteriosi esploratori si saranno fermati sul pozzo. ...ci convinciamo che la nostra grotta non è stata messa a catasto... il pozzo è breve ma merdoso poi un'interessante condotta, procedo carponi... di qui certamente non è passato nessuno! Allargo... avanti dritto per parecchi metri... gattono poi striscio... quando sto per desistere davanti allarga... sforzo un po' e dopo pochi metri una condotta alta 3-4m che scende inclinata sui 45°: evvai! Abbasso lo sguardo e vedo un altro bel bollo rosso con un numero 3! Mi parte la bestemmia!!! ...ci piacerebbe sapere, qualcuno di voi sa dell'esistenza di questa grotta, l'ha rilevata

o conosce qualcuno che potrebbe aver fatto il rilievo?"

I novaresi iscritti alla lista subito capiscono trattarsi della merdosissima "PagaCella", così contattiamo i saronnesi, ci scambiamo impressioni e rilievo. Ovviamente partono i commenti interni "Siamo dei babbì! Dovevamo pubblicarla..." "Il rilievo c'è, ma non facciamolo girare troppo..." "Io in PagaCella ci vengo, ma solo se avvisiamo prima anche loro..." "Scriviamo un articolo insieme".

Insomma, tutto faceva pensare a futuri fangosissimi scavi condivisi... e invece la grotta rientra nuovamente nell'oblio da cui per breve tempo era stata tratta...

Fino al 2018, quando un impegnativo scavo del Gruppo Speleologico Comasco CAI permette di superare il fondo con una bella esplorazione di cui potete leggere

Ingresso

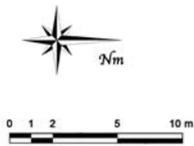
2539 LoCo Grotta nel Bosco dei Mondelli

Rilievo: M. Ballara, F. Bianco, D. Bonetti
L. Galimberti, F. Gili, D. Venezian

Disegno: F. Bianco

GGN - 29.05.05 - 06.06.05 - 04.12.05

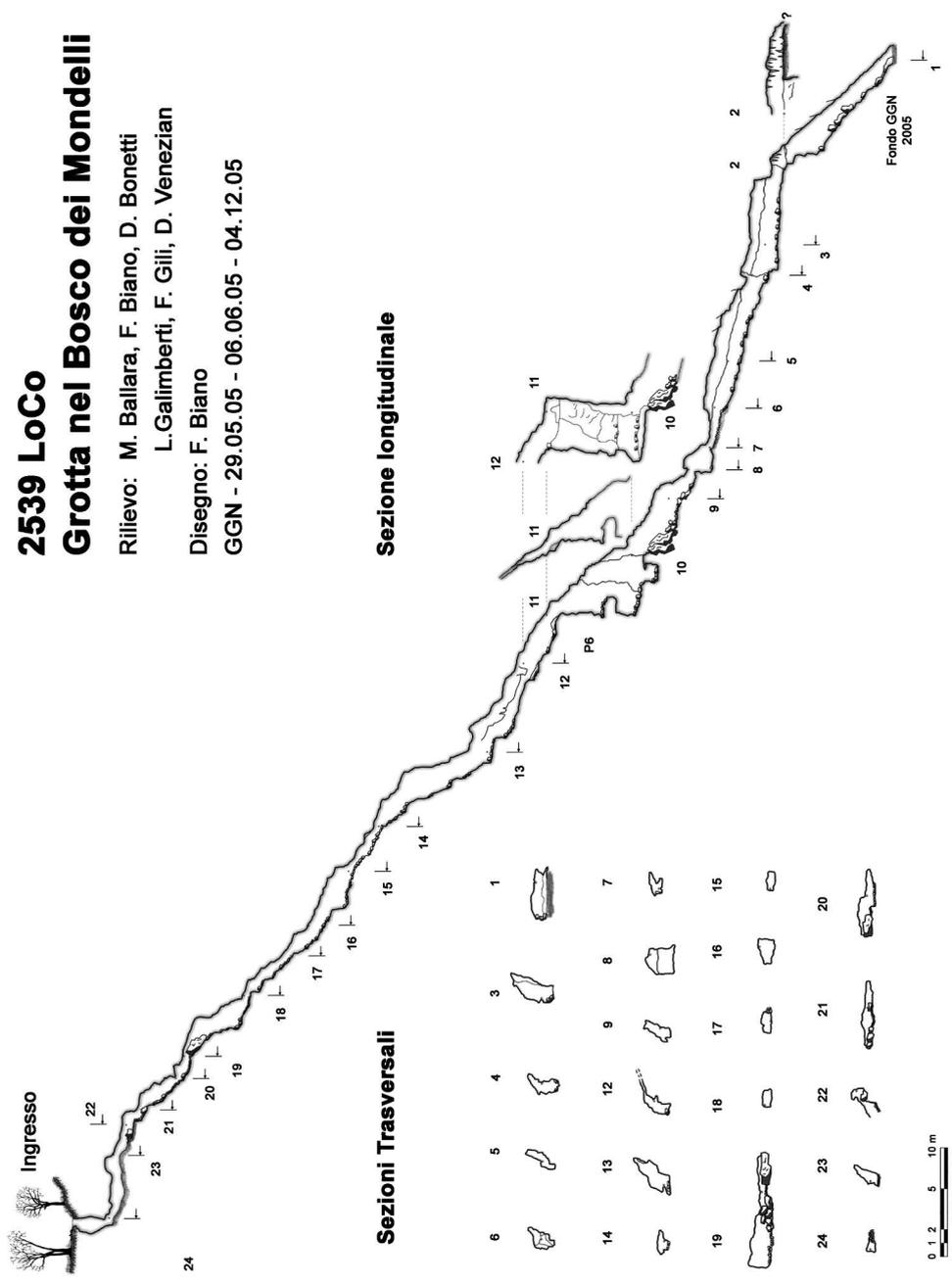
Pianta



Fondo GGN

2539 LoCo Grotta nel Bosco dei Mondelli

Rilievo: M. Ballara, F. Bianco, D. Bonetti
 L. Galimberti, F. Gili, D. Venezian
 Disegno: F. Bianco
 GGN - 29.05.05 - 06.06.05 - 04.12.05



nell'articolo seguente (*La Mondella – Racconto in tre atti*).

Nel 2019 sono state intraprese una serie di misure meteo approfondite per valutare le dimensioni reali della grotta (le trovate di seguito in un lavoro a parte); ottima occasione per aprire la polverosa cartella e divulgare anche i vecchi dati!

SPELEOMETRIA

Comune: Cernobbio (CO)

Coordinate UTM: 32T 506004 E5078354 N

Mapdatum: WGS84

Quota GPS: 950 m slm

Quota CTR: 952 m slm

Sviluppo spaziale: 120* m

Dislivello: -61* m

Formazione geologica: Calcarea di Moltrasio (Sinemuriano)

(*) dati esplorazione GGN. Nuovo fondo GSC: sviluppo 225 m, profondità -119 m

ACCESSO

Da Cernobbio portarsi per stretta strada asfaltata a Rovenna, per poi proseguire in direzione del monte Bisbino.

Dopo circa 5 km e svariati tornanti, parcheggiare l'auto in corrispondenza di quello ove, dietro una vistosa cancellata, si stacca la carrareccia che conduce alla Zocca d'Ass (quota 900 m circa).

Prendere l'evidente sentiero che staccandosi dall'asfalto scende lungo il crinale, abbandonandolo dopo un centinaio di metri per scendere nel bosco a destra per circa 20 m dislivello (direzione Ovest, linea di massima pendenza). La grotta si apre a filo di terra, ricoperta da tronchetti arborei, ai piedi di un albero; attualmente un nastro bianco e rosso circonda il pozzetto di ingresso.

DESCRIZIONE

La cavità si apre con un pozzetto d'in-



Fondo Novara a -61 m.



Ciottoli selciosi che costituiscono buona parte dei depositi che si rinvergono.

gresso piuttosto scivoloso profondo 3 m: torna utile uno spezzone di corda da 5 m, fissabile su albero.

Alla base un angusto cunicolo di 5 m dall'inquietante soffitto "a massi" porta ad un primo slargo, seguito da un breve restringimento che sbocca in una sala inclinata di circa 5 m di diametro.

Alla base, scavalcato un grosso masso, la grotta prosegue per 30-40 metri in ambienti sempre molto inclinati da affrontare con attenzione in discesa, specialmente se la grotta è molto bagnata.

La pendenza quindi diminuisce: è il preludio al primo pozzo della grotta, un P 6 terrazzato piuttosto marcio, con attacco arretrato (usare una corda di circa 20 m). Alla base del pozzo un saltino invita verso una angusta condotta in leggera discesa da percorrere carponi, strisciando per una ventina di metri fino a quando, allargandosi sfocia in un ambiente fortemente inclinato sulla

destra. Nelle parti alte qualche piacevole concrezione ripaga un pochino la penosa progressione.

Alla base dello slargo un intaso di sabbia e fango rappresenta il "fondo Novara" a 61 m di profondità.

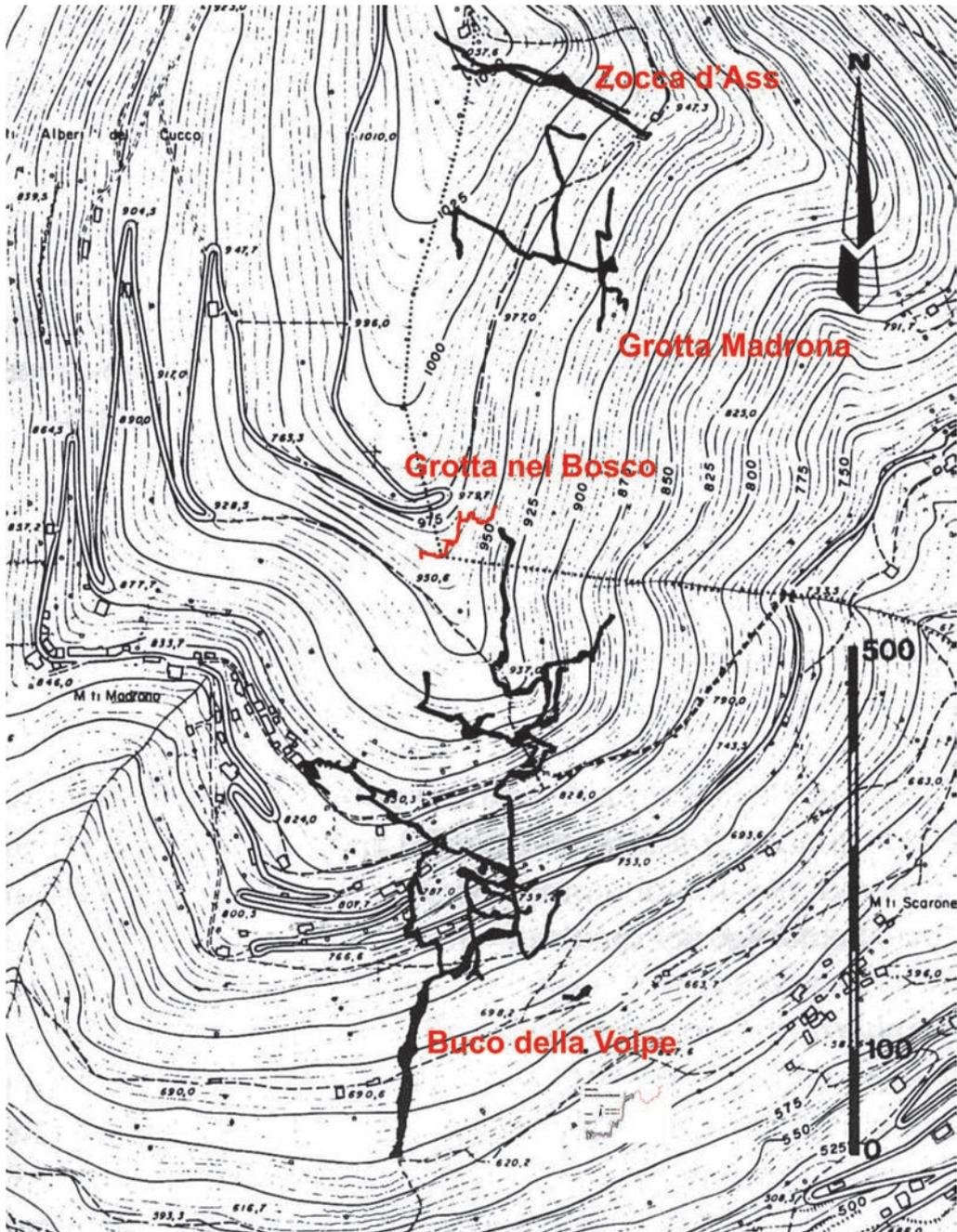
La prosecuzione della cavità oltre l'intaso fino al "fondo Como" è descritta dagli esploratori nel successivo articolo.

OSSERVAZIONI

Geologia

La cavità si apre nei calcari selciferi marnosi della Formazione di Moltrasio (Calcare Selcifero Lombardo auct.), risalente al Giurassico inferiore (Sinemuriano; ca 190 milioni di anni fa), nella facies B, ricca di selce.

Quello in cui si apre la grotta si presenta con granulometria molto fine, di colore dal grigio scuro al nerastro. Il contenuto della frazione carbonatica, principalmente CaCO_3 , è assai variabile, e oscilla dal 45



RELAZIONI CON LE ALTRE GROTTA DELL'AREA.

Alto: planimetria.

Nella pagina a fianco:
sezione lungo l'asse N-S. >

all' 85%; il rimanente è costituito principalmente da spicole silicee di spugna e poca argilla; sono presenti numerosi livelli e noduli di selce. In grotta il calcare è difficilmente visibile, in quanto ricoperto da uno spesso strato di residui argillosi.

La grotta segue una marcata discontinuità N10°E, parte in direzione parte lungo l'asse d'immersione; l'inclinazione si aggira sui 35- 45°. Potrebbe trattarsi di una faglia, ma il rigetto è nascosto dall'abbondante argilla che ne rende difficoltosa l'individuazione.

Depositi

La grotta è ovunque ricoperta da uno straterello di argilla fluida, che ne rende penosa la percorrenza. Deriva dalla solubilizzazione della frazione calcarea della roccia, probabilmente secondo un meccanismo speleogenetico battezzato "Phantome de roche", che caratterizza le cavità del Bisbino.

Buona parte dei ciottoli che si incontrano non sono materiali di crollo derivati dalle pareti, ma nuclei selciosi (99.4 % di silicati) ricoperti da una patina derivata da degradazione della selce stessa.

Non sono stati osservati depositi allogeni, il che sarebbe coerente con il fatto che

i ghiacciai quaternari non abbiano mai raggiunto la quota di ingresso oppure che la grotta si è aperta successivamente al ritiro glaciale.

Idrologia

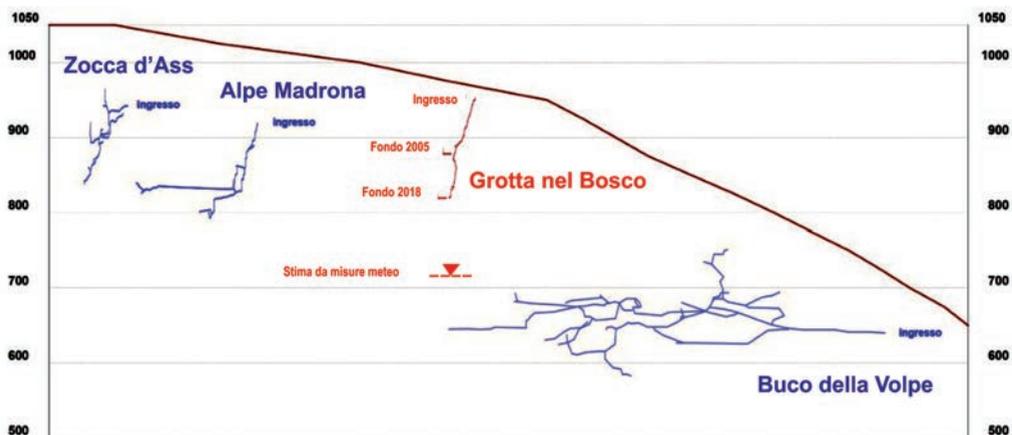
Nella cavità non sono presenti flussi d'acqua perenni. Risulta comunque sempre piuttosto bagnata: a seguito di precipitazioni esterne si formano rigagnoli anche intensi che ne rendono molto penosa la progressione, specie nei tratti angusti: l'abbondante argilla la mantiene poi "paltosissima" per parecchio tempo.

Abbiamo tuttavia notizia certa dai saronnesi della presenza, in regime di piena, nella prima parte della grotta di almeno tre arrivi di acqua, che portano a trovare il laminatoio a valle del pozzo invaso da 15 cm d'acqua misto fango.

In periodo di scioglimento nivale potrebbe valer la pena tentare un tracciamento con captori collocati nelle grotte sottostanti.

Meteorologia

Una prima serie di dati acquisiti il 12 febbraio 2019 non è risultata di grande utilità in quanto la grotta si trovava in condizioni prossime all'equilibrio termico con l'esterno (11-12 °C), quindi con flussi di aria nulli o addirittura entranti.



Abbiamo quindi ripetuto le misure il 24 febbraio 2019 (ore 9-10, grotta emittente) rilevando:

Temperatura esterna: -0.6 °C
Umidità Relativa esterna: 47%
CO₂ esterna: 350 ppm circa

Temperatura interna: 9.7 °C
Umidità Relativa interna: >95 %
CO₂ interna: 1200 (?) ppm
Velocità dell'aria: 0.2-0.35 m/s
Portata: 0.3 m³/s circa

Il contenuto di CO₂ dell'aria interna ci pare un po' alto, andrebbe verificato con un secondo test.

La temperatura di equilibrio della grotta (9.7 °C) è molto prossima a quella media esterna dell'anno 2005 (9.6-10 °C; dato ricavato dall'archivio del Centro Geofisico Prealpino di Varese, previa correzione per le quote). Estraiamo, dal lavoro pubblicato nelle pagine successive, che stando al modello "tubi" messo a punto da Adriano Vanin, l'aria in uscita è coerente con ingressi bassi collocati ca. 218-258 m più in basso, quindi posti alla quota di circa 710 m slm. Lo sviluppo globale ipotizzato è di circa 2400 m.

Possibili correlazioni con altri sistemi

La planimetria interno-esterno delle principali cavità del Monte Bisbino ci mostra come Pagacella si immerga in direzione di remote regioni del Buco della Volpe, la principale grotta dell'area, con oltre 2600 m di sviluppo.

BIBLIOGRAFIA

Banti R., Banti M., Filippis E., Folli M., Hachen M. (1983), *Il fenomeno carsico e l'idrologia ipogea del Monte Bisbino (Lario Occidentale)*, in *Le grotte d'Italia*, XI 1983, pp. 321-334.
Tognini P., Bini A., Belloni S., (1998), *Individuazione di un nuovo processo speleo genetico: il carsismo del M. Bisbino (Lago di Como)*, Tesi di dottorato, Università degli Studi di Milano.
Bini A. (2002), *Grotte in Provincia di Como*, Edlin SaS, Milano.

Più precisamente la grotta sovrasta il sifone Scarafaggio, il cui livello è quotato 635-653 m slm. Il fondo ipotizzato si collocherebbe quindi solo 70 metri al di sopra del bacino, ma purtroppo quasi 185 m al di sotto del fondo attuale. Giova ricordare che i rami più alti del Buco della Volpe raggiungono sì i 750 m slm, ma la nostra grotta si trova spostata quasi 500 m più a nord!

Di certo l'andamento generale della cavità è assai diverso delle grotte conosciute nell'area, per cui potrebbe benissimo trattarsi di un sistema a sé stante, che comunque intercetta un "qualcosa" in comunicazione con l'esterno.

RINGRAZIAMENTI

Siamo innanzitutto grati ai signori Francesco Consonni e Omassi che gentilmente ci hanno segnalato la grotta, portandoci fino all'ingresso, nonché fornito informazioni su altre cavità della zona.

Hanno lavorato alla disostruzione, all'esplorazione e al rilievo i soci Marcella Ballara, Daniele Bonetti, Lia Botta, Paolo Bolzonello, Gianni Corso, Luciano e Marco Galimberti, Fabio Gili, Roberto Torri, Deborah Venezian.

Marco Fasola (Gruppo Speleologico Comasco) e Cristina Ciapparelli ci hanno supportato nello studio meteo; Maurizio Miragoli ha collaborato a interpretarne i dati.

Per la cronaca, certifichiamo che GDC ha successivamente onorato il suo debito, offrendo la cena promessa a tutti quelli che hanno partecipato allo scavo.

LA MONDELLA

Racconto in tre atti



Per la regia del Monte Bisbino

Interpretato da attori del Gruppo Speleologico Comasco ¹

¹ Contributo di Marco Fasola, GSC-CAI Como

RIASSUNTO

Nel 2018 speleologi del Gruppo Speleologico Comasco forzano l'intaso di sabbia e fango che costituiva il vecchio fondo della "Grotta nel Bosco dei Mondelli" (LoCO 2539). Viene raccontata la storia delle esplorazioni e descritto il tratto di cavità fino al nuovo fondo a -119 m (sviluppo complessivo 235 m).

ABSTRACT

In 2018 speleologists of Gruppo Speleologico Comasco (GSC) forced the old end-point of the "Grotta nel Bosco dei Mondelli" (LoCO 2539), an obstruction of sand and mud. In this paper the new exploration is described, as well as the morphology of the new stretch of cave to its new end-point at -119 m depth (235 m totally length).

Mondella?!? Sì,

La Mondella!

ATTO PRIMO

La curiosità

Dove i protagonisti entrano in una piccola grotta, la "Grotta nel Bosco dei Mondelli", con l'intento di valutare possibili prosezioni.

"Chissà da quanti anni non ci mette più il naso qualcuno..."

"Bisognerà prendere la posizione e mandare i dati corretti al Catasto Regionale."

ATTO SECONDO

Lo stupore

Dove accade l'imprevedibile. Si scopre che la grotta continua ben oltre il limite noto, sviluppandosi per più di 100 metri fino a un intaso di fango e sabbia.

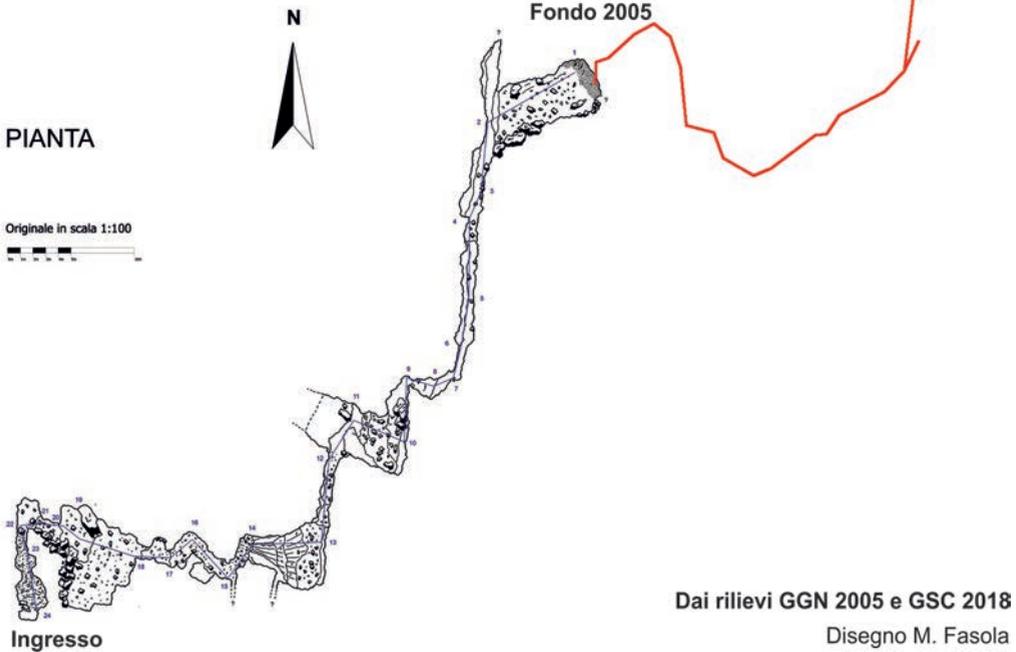
"Eppure a catasto risultano solo 7 metri..."
"Chissà chi l'ha esplorata, avranno fatto il rilievo?"

Le risposte arriveranno dalla marcatura di una corda lasciata su un saltino dai primi esploratori.

Dopo qualche giorno di indagini, tramite gli amici di Saronno, si scoprirà di aver percorso le gallerie di "PagaCella".

"Sono i Novaresi! Stasera scrivo al Gianni."

Grotta nel bosco del Mondelli



La cavità inizia ad avere dimensioni interessanti per il Monte Bisbino, ma c'è la convinzione che possa crescere ancora. Se non ci sono altri soggetti interessati a recitare poco male, la storia può e deve continuare.

ATTO TERZO

L'avventura

Dove i nostri attori decidono di ritornare in scena, determinati a superare sia l'intaso di fango e ghiaia che lo scetticismo di molti.

Le due cose si realizzeranno nello stesso istante dopo alcune sessioni di scavo.

Le esplorazioni possono riprendere, ora siamo in "Mondella".

Agli speleologi piace battezzare le gallerie che percorrono. Non lo fanno per affermarne il possesso, è un modo per creare familiarità.

Vogliono sentirle proprie nel senso della vicinanza, della reciproca appartenenza. Attualmente la "Grotta nel Bosco del Mondelli", alias "PagaCella", alias "Mondella", raggiunge 119 metri di profondità per uno sviluppo di 235 metri.

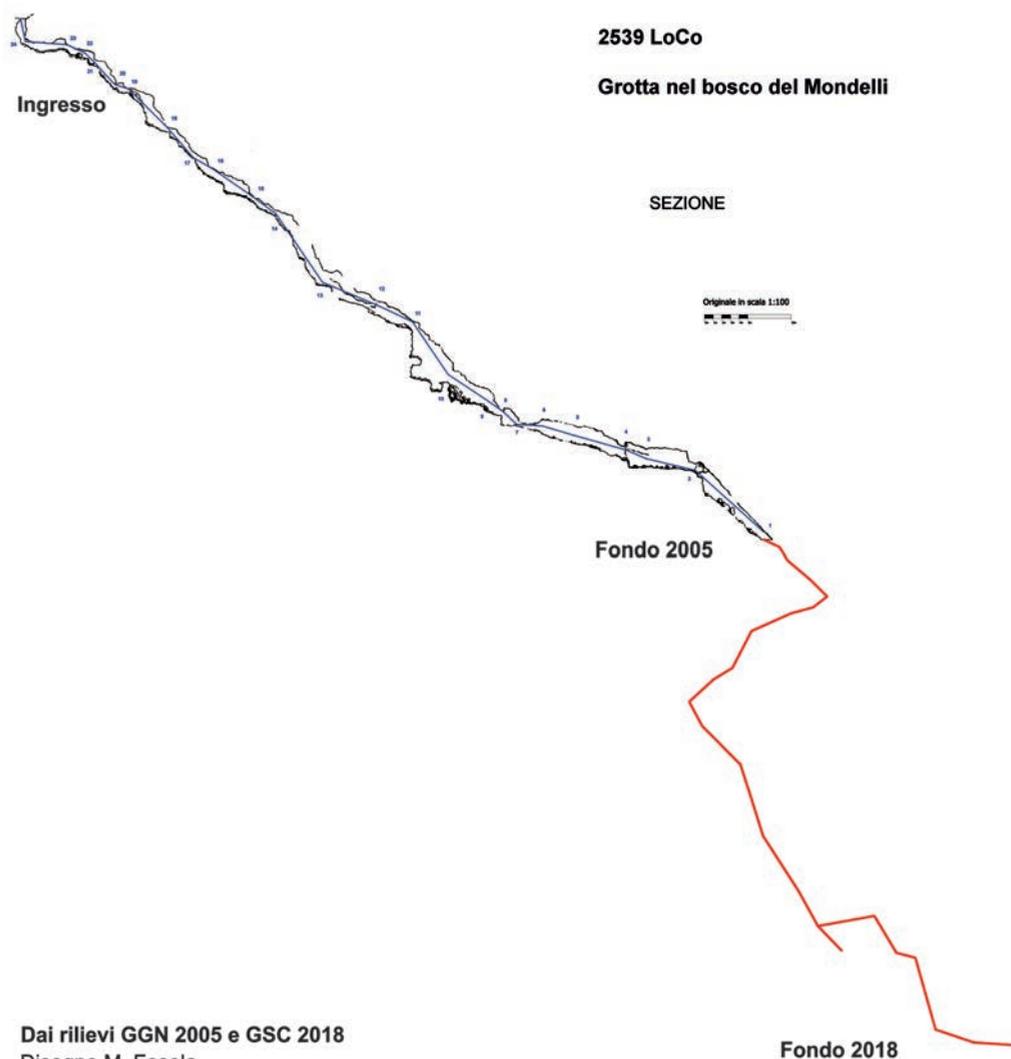
È percorsa da una decisa corrente d'aria che filtra dal fondo, attraverso una galleria non transitabile dove non abbiamo ancora trovato la scritta "fine dei giochi".

L'esplorazione è in corso, i dati aggiornati sono ricavati dalla poligonale speditiva in attesa della stesura del rilievo completo. Il vecchio fondo è stato superato grazie a uno scavo, appena sotto il quale è stata necessaria una ulteriore disostruzione. La galleria prosegue facendosi più inclinata, tanto che da qui in avanti la quasi tota-

lità del dislivello viene superata in corda. I pozzi, sempre appoggiati, si susseguono intervallati da brevi tratti sub-orizzontali orientati lungo le fratture.

Nella progressione si incontra prima uno scivolo di 6 m e quindi un salto di 8 m che si allarga a formare un ambiente poco più ampio alla base.

Segue un pozzo di 26 m con pareti dell'asse principale molto ravvicinate, mentre si estende notevolmente lungo la sezione trasversale.



Dai rilievi GGN 2005 e GSC 2018
Disegno M. Fasola



Particolari concrezioni della zona finale.

Alla base un ulteriore approfondimento forma una piccola saletta cieca con alcune concrezioni.

La discesa continua lungo il salto successivo di 4 m che ha richiesto a sua volta una opera di scavo per allargarne l'accesso. A seguire, un breve cunicolo affaccia su un ulteriore pozzo di 8 m che conduce alla galleria terminale.

Ora la prosecuzione richiederà l'ennesimo scavo, ci troviamo in un cunicolo dal fondo semi-allagato con noduli di selce sporgenti alle pareti.

Che gioia! Questa impresa sarà più impegnativa delle precedenti!

La gioia non deriva tanto dallo scavo in sé, quanto dal luogo in cui ci troviamo...

La cavità non è tecnicamente impegnativa, tuttavia i nuovi ambienti esplorati sono caratterizzati dalla presenza di roccia molto fratturata... va bene dai, non giriamoci attorno... là sotto è tutto marcio!!!

Trovare un ancoraggio decente è un'impresa e le pareti dei pozzi scaricano di tutto solo a guardarle.

La progressione non è mai tranquilla, ad ogni passaggio si muove nuovo materiale. Se a questo aggiungiamo fango bisbinico e strettoie dalle lame taglienti il gioco è fatto. Ci troviamo in una grotta veramente poco accogliente, che deve essere affrontata con tutta l'attenzione e la precauzione del caso.

Ciò non di meno, è nostra intenzione ritornare a completare il lavoro iniziato, vogliamo verificare dove il nostro regista Bisbino deciderà di chiudere il sipario e scrivere:

Fine del terzo atto.



GROTTA NEL BOSCO (LoCO 2539)

Osservazioni meteo

Gian Domenico Cella, Maurizio Miragoli

RIASSUNTO

Misure di pressione differenziale associate alla frequenza di risonanza della corrente d'aria che fuoriesce dalla grotta hanno permesso di valutarne profondità e sviluppo complessivo delle parti sconosciute. I risultati ottenuti sono stati messi in relazione con il sottostante Buco della Volpe (2210 LoCO), sistema esplorato per oltre 2600 m.

ABSTRACT

Differential pressure measurements associated with air flow resonance frequency allowed us to evaluate depth and development of this cave, including the unknown parts. The results obtained were discussed in relation with the underlying Buco della Volpe (2210 LoCO), a system explored for over 2600 m.

PREMESSA

Scavi di speleologi novaresi prima (2005), comaschi poi (2018) hanno portato questa grotticella descritta dai Protei di Milano nel lontano anno 1981 da 5 a 119 m di profondità (vedi articoli precedenti).

La grotta diviene ora piuttosto interessante, in quanto nei pressi si aprono tre grotte di discreto sviluppo: il Buco della Volpe (q. 635 m, sviluppo >2600 m), la Grotta dell'Alpe Madrona (q. 920 m slm, sviluppo 598 m), la Zocca d'Ass (q. 942 m, sviluppo 650 m).

Stuzzicati da questo contorno abbiamo condotto una serie di misure meteo per ricavare lumi atti a indirizzare futuri lavori.

MISURE, OSSERVAZIONI, DEDUZIONI

Abbiamo condotto due campagne di misure.

Il giorno 17 febbraio 2019, ore 15, abbiamo rilevato:

Temperatura esterna: 15-17 °C

Umidità esterna: 68-73 %

CO₂ esterna: 400-600 ppm

Temperatura interna: 10-12 °C

Velocità dell'aria (m/s): 0 - 0.09 m/s

Accipicchia! Siamo incappati in un giorno infausto: i dati sono di modesto significato, in quanto la grotta si trova in condizioni di equilibrio termico con l'esterno, con flussi intermittenti e anzi, tendenzialmente entranti.

Abbiamo quindi ripetuto le misure in una giornata più fredda, il 24 febbraio 2019, ore 8.30 circa, in condizioni decisamente più significative, con grotta soffiante, come si può notare dalla foto all'infrarosso presa all'ingresso, che evidenzia una discreta colonna di aria calda che fuoriesce verso il cielo.

Desideriamo fare notare come il flusso in uscita fosse poco o nulla percettibile, tanto da farci dubitare addirittura della sua presenza.

Abbiamo subito piazzato in esterno un termo igrometro barometrico dotato di data-logger per registrare in continuo i valori di temperatura, umidità e pressione. Nell'anfratto che parte alla base del pozzetto di ingresso, all'incirca un metro dopo, abbiamo piazzato un secondo strumento, ma che acquisiva



Foto FT-IR che evidenziano la colonna di aria calda che esce dalla grotta in clima invernale.

anche il contenuto di anidride carbonica.

In condizioni di equilibrio abbiamo rilevato queste misure:

Esterno:

Temperatura: -0.6 °C

Umidità: 46-48 %

Pressione: 925.15 hPa

CO₂: 350 ppm circa

Interno:

Temperatura: 9.7 °C

Umidità: 93* %

CO₂ interna: 1200 (?) ppm

Velocità dell'aria (m/s): 0.2-0.35 m/s

Portata (m³/s): 0.2- 0.39

*Nota: la sonda monta un sensore capacitivo, poco sensibile ad UR > 90%. Questo valore va quindi interpretato come UR prossima al 100%.

E fin qua, nulla di particolare, direte voi... Andrebbe in ogni caso ricontrollato il contenuto di anidride carbonica, che ci pare un po' altino rispetto alle aspettative. Abbiamo quindi iniziato a valutare i fattori termodinamici, che ci interessavano ben di più.

Misura della pressione della colonna d'aria della grotta

Tale pressione, note temperatura, umidità, pressione e gradiente termico esterni permette di risalire con buona approssimazione al dislivello a cui si trovano gli ingressi inferiori/superiori di una grotta. Adriano Vanin (grazie ancora) ha elaborato un foglio excel molto funzionale (*Programma Tubi*), che ne permette una facile determinazione.

Abbiamo quindi chiuso accuratamente con un telone l'ingresso della grotta (guardate in foto come il telo si è gonfiato!) e quindi abbiamo proceduto a misurare con un manometro differenziale, la differenza

di pressione tra esterno e interno della grotta.

Sono state effettuate tre misure, con valori simili tra di loro, che hanno dato una differenza media di pressione pari a 6.5 (±0.5) Pa.

Non avendo misurato il gradiente altimetrico esterno, abbiamo utilizzato il valore accreditato in letteratura 0.65 °C/100 m.

Stando al programma *Tubi* l'aria in uscita è coerente con ingressi bassi collocati 258 m più in basso, quindi posti a una quota di circa 692 m slm.

I rami del Buco della Volpe immediatamente sottostanti al fondo della grotta (sifone Scarafaggio) stando ai dati di catasto si trovano a quota 635-653 m slm e cioè giusto un 40-50 m al di sotto del fondo ipotizzato, ma purtroppo ben 173 m al di sotto fondo attuale. Giova ricordare che i rami più alti del Buco della Volpe (+115 m) raggiungono sì i 750 m slm, ma ci troviamo a quasi 500 m più a nord.

Nota: la CTR in uso al catasto (anno 2019) presenta incongruenze altimetriche variabili da zona a zona. Per i calcoli la quota degli ingressi è stata rideterminata sulla CTR georeferenziata NavTeq 2010, con base il rilievo 2008, Interreg IIIA.

Quote Ingressi slm: Grotta nel Bosco: 950 m; Buco della Volpe: 633 m; Zocca d'Ass: 942 m; Madrona: 920 m.

Misura della frequenza di risonanza

Gli osservatori più attenti avranno notato come le correnti di aria all'entrata/uscita di una grotta non presentano velocità costante, ma evidenziano una variazione strutturata.

Considerando la grotta alla stregua di uno strumento musicale, la letteratura ci insegna che la frequenza delle oscillazioni dell'aria in uscita, ossia il suono emesso, è



Misura della pressione della colonna d'aria interna.

funzione della lunghezza dello strumento stesso.

In sostanza se installiamo un anemometro e andiamo a registrare le velocità del vento per tempi sufficientemente lunghi collezioneremo una serie di dati tempo/velocità le cui variazioni ci permettono di risalire alle frequenze di oscillazione delle onde all'interno della cavità, e quindi alla sua lunghezza (Badino & Chignola, Measuring the sound of natural caves by sonic anemometry, 2016).

Liberato l'accesso dal telo che lo sigillava, abbiamo provveduto a piazzare all'ingresso della piccola galleria alla base del pozzo un anemometro a filo caldo dotato di data logger, acquisendo una serie di cinque sequenze velocità dell'aria/tempo della durata di 5-15 minuti cadauna.

Tra queste cinque sequenze, abbiamo poi utilizzato per il calcolo le due di maggiore durata; si è anche tenuto conto di qualche sequenza acquisita la settimana precedente.

Nel grafico sottostante trovate i risultati ottenuti. Non meravigliatevi della stra-

vagante unità di velocità che abbiamo scelto (piedi/minuto: $1\text{ft}/\text{m} = 0.0051\text{ m/s}$), legata unicamente a sfruttare la massima sensibilità strumentale.

Risultati:

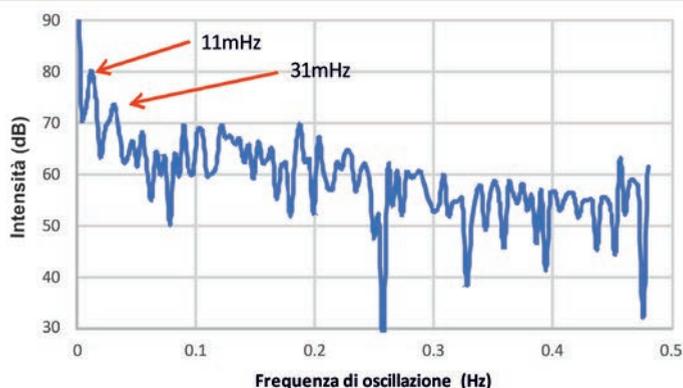
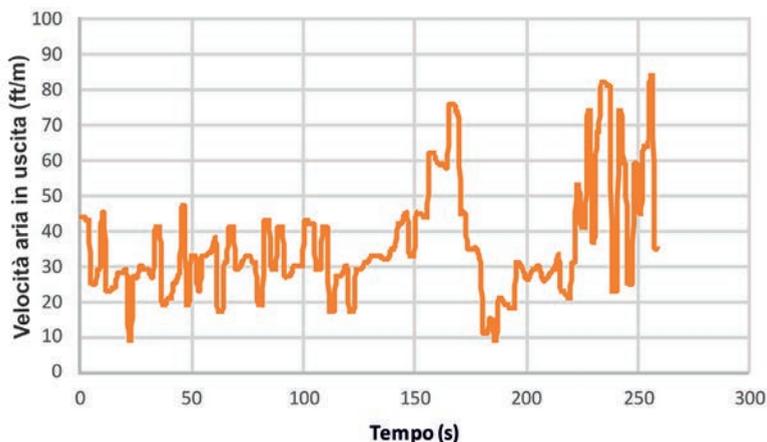
Frequenza principale di risonanza rilevata (media): 11 mHz (± 1)

Sviluppo della grotta derivato: 2400 m circa

Sezione media ricavata: 0.8 m^2

La seconda frequenza (31 mHz) risulta essere all'incirca un multiplo dispari della frequenza fondamentale, il che, se comprovato da ulteriori misure, potrebbe anche significare che siamo in presenza di una grotta con una sola entrata (vedi la fisica del clarinetto, nei nostri corsi di meteorologia ipogea).

Tornando al sottostante Buco della Volpe, sommando l'ipotetico sviluppo della cavità dedotto dalle misure barometriche (300 m circa), la parte non conosciuta (50 m circa) e il percorso che va dal sifone Scarafaggio all'ingresso



Curva velocità/tempo e frequenze di oscillazione ricavate via trasformata di Fourier.

(almeno 1000 m) ne escono all'incirca 1500 m.

Valore tutto sommato non distante dal dato ricavato dalle misure di frequenza (~2400 m), vista la precisione intrinseca della misura, di poco inferiore a un ordine di grandezza. Ma nulla ci impedisce di sognare regioni tuttora sconosciute...

RINGRAZIAMENTI

Marco Fasola (GS Cai Como) e Cristina Ciapparelli ci hanno ottimamente supportato nella fase di acquisizione dei dati.

La Federazione Speleologica Lombarda ha reso disponibile l'anemometro differenziale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Quanto conosciuto di questa grotta lo trovate nei lavori che precedono questo articolo. Le basi teoriche che stanno alla base delle considerazioni sopra trattate sono presentate con taglio divulgativo nelle pagine successive (Maurizio Miragoli: *Ricavare le dimensioni di una grotta dalle misure meteo*).

RICAVARE LE DIMENSIONI DI UNA GROTTA DALLE MISURE METEO

Maurizio Miragoli

RIASSUNTO

L'autore spiega come misure meteo possano fornire informazioni anche sulle parti non esplorate di una grotta, quali volume, lunghezza, diametro medio e dislivello.

La strumentazione necessaria è ormai alla portata di ogni buon gruppo speleologico.

ABSTRACT

The author explains how meteorological measurements can provide information on the unexplored parts of a cave, such as volume, length, average diameter and depth.

The necessary equipment is now available at any good caving group.

*Non saranno la luce e il chiarore del sole
a farci uscire dalle tenebre,
ma la conoscenza delle cose.*

[**Tito Lucrezio Caro**, *De Rerum Natura*]

PREMESSA

Abbiamo chiesto a Maurizio se poteva scriverci qualche riga per illustrarci le informazioni che possiamo ottenere dallo studio delle correnti d'aria sotterranee, illustrando i principi teorici dell'approccio ma evitandoci, nel contempo, di scendere troppo nel dettaglio dello sviluppo matematico.

Ne è uscito questo lavoro.

Precisiamo che l'edizione cartacea non riporta, per motivi di spazio, le appendici di approfondimento associate a ogni capitolo, molto specialistiche, rinvenibili però nell'edizione on line sul sito del GGN.

DETERMINARNE IL VOLUME (V)

In uno degli ultimi incontri con Giovanni, ebbi l'opportunità di ricevere un suo lavoro fatto sul monte Kronio in Sicilia [Badino, 2014].

Il lavoro è veramente interessante, per la struttura delle grotte (Antro di Dedalo, Cucchiara – AG), per la loro storia e per il fascino di un'esplorazione in un vero inferno sulla terra, a causa delle temperature che le rendono indubbiamente le grotte più difficili da esplorare al mondo.

L'interesse di Giovanni era non solo focalizzato su questo, sfruttando l'esperienza maturata nelle grotte di Naica (quelle con i cristalli giganti di gesso), ma anche su molte altre peculiarità che rendono queste grotte veramente uniche. Ha quindi investito praticamente i risultati di tutti i suoi anni di studi sulla meteorologia ipogea per cercare di comprendere meglio i fenomeni eclatanti di stratificazione termometrica, di nubi di condensazione, di flusso delle arie. Da quelle raccolte di dati sono emerse alcune nuove informazioni tra cui lo strano fenomeno dello Skarbnik, ovvero di improvvise variazioni di velocità del vento di grotta che durano parecchi minuti e si presentano senza regolarità e senza un apparente nesso con le condizioni meteo esterne.

Purtroppo a oggi non si può ancora parlare di una vera esplorazione di queste grotte.



I coniugi Herb e Jan Conn.

te, a causa delle condizioni proibitive e della pericolosità del muoversi in un posto dove la temperatura può passare da 20° a 50° in pochi minuti imprevedibilmente, creando situazioni di pericolo mortali non risolvibili con alcuna soluzione tecnica a oggi disponibile.

Le zone a oggi scoperte non fanno altro che alimentare la voglia di entrarci ma, saggiamente, fin quando non si trova una soluzione possibile, ci si astiene.

Calcolo adiabatico

Questo modello è applicabile a grotte ove l'aria viene messa in movimento da variazioni di pressione: tipicamente sono quelle esterne associate a eventi meteorologici.

Giovanni ha cercato di calcolare, almeno per via teorica, le possibili dimensioni delle grotte sulla base delle informazioni in suo possesso, ovvero: la velocità del vento, le variazioni di pressione, le temperature.

Giovanni ha usato un sistema abbastanza

greve simile a quello usato già molti anni prima dai coniugi Conn che avevano dedicato la loro vita al calcolo delle dimensioni di una grotta, e che grotta!

I Conn avevano notato che due grotte del Dakota, la Wind e la Jewel Cave, erano caratterizzate da una forte corrente d'aria. Come fanno tutti gli speleo, metterle in correlazione è stato quasi immediato.

La peculiarità di queste grotte è che distano circa 45 km tra di loro! Per cui hanno dovuto inventarsi tutta una metodologia per poter dimostrare la loro teoria che, in breve, attribuisce il movimento dell'aria alle differenze di pressione tra esterno e interno. Questo flusso viene denominato barometrico per distinguerlo da quello convettivo o termometrico.

Le due grotte del Dakota continuano a non essere collegate, ma, dopo i loro lavori, gli studi si sono moltiplicati e oggi è quasi certo che siano comunicanti e che probabilmente formano la più grande grotta del mondo, con migliaia di

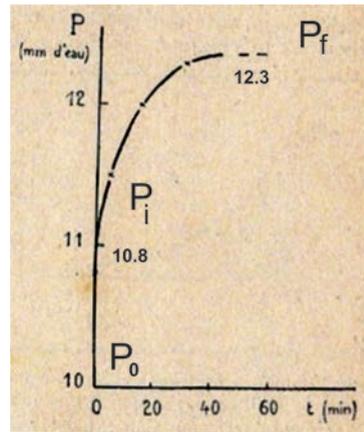
chilometri di potenziali gallerie ancora da esplorare; siamo oltre 230 + 322 km! La conformazione non permette di usare i normali modelli di trasporto convettivo per cui i venti risultano generati unicamente da variazioni barometriche: e stiamo parlando di venti tutt'altro che flebili, dato che raggiungono svariati metri al secondo! In realtà, già semplici considerazioni termodinamiche ci portano a fare un calcolo abbastanza preciso. Si parte dal presupposto che la variazione di pressione avvenga in maniera veloce, quindi senza scambi di calore con la grotta, condizione che viene definita adiabatica. Questo fenomeno può essere schematizzato dalla seguente equazione:

$$V = \frac{dV}{1 - \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}}$$

L'equazione appare fastidiosa, ma i termini sono facilmente rilevabili: V è il volume incognito della grotta, è il volume d'aria che è entrato o uscito dalla cavità (rilevabile, nota la sezione dell'ingresso, con un banale anemometro), P_1 e P_2 sono le pressioni prima e dopo l'evento, γ è il coefficiente adiabatico, che per l'aria vale 1,4.

Calcolo con barometro differenziale

Una metodologia alternativa, suggerita nelle sue linee generali da Trombe e poi ripresa da Lismonde in maniera più precisa, richiede l'uso di un barometro differenziale, disponibile su richiesta presso la Federazione Speleologica Lombarda. Il metodo prevede di sigillare istantaneamente l'ingresso conosciuto di una grotta, quindi di misurare la variazione della pressione indotta dalle correnti d'aria interne.



Otterremo una curva del tipo sopra riportato, che raffigura l'andamento nel tempo, ovvero in circa 2400 secondi (40 minuti), della pressione interna (o meglio della differenza tra pressione interna e quella esterna); passeremo da una differenza di pressione di 10,8 mm H₂O (P_i) a una differenza di pressione asintotica di 12,3 mm H₂O (P_f).

Il volume della grotta è allora pari a

$$V = v_a S t \frac{\rho_0}{1,22} \frac{101300}{\Delta P}$$

dove:

v_a è la velocità media dell'aria misurabile con un anemometro espressa in m/s;

S è la sezione dell'ingresso misurata in m²;

t è il tempo, in secondi, impiegato per raggiungere la pressione asintotica (tempo di raggiungimento P_f circa 2400 s);

ΔP è la differenza tra pressione finale e iniziale letta sul barometro ($P_f - P_i$) = 2,5 mm d'acqua pari a 24,51 Pa (Pascal; tutti i calcoli si fanno in Pascal).

$$\rho_0 = \frac{\mu P_0}{RT}$$

dove

μ è la massa molecolare dell'aria ($28,96 \cdot 10^{-3}$ kg/mole);

P_o è la pressione esterna alla grotta espressa Pascal;

T la temperatura assoluta della grotta, misurata in K (gradi Kelvin).

Di seguito riportiamo i volumi calcolati, con vari approcci, per l'Antro di Dedalo del Monte Kronio:

V (adiabatico) = 298 441 m³

V (Badino) = 214 544 m³

V (Conn) = 213 281 m³

V (Trombe) = 177 519 m³

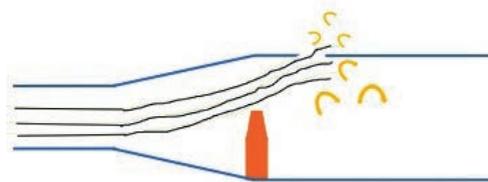
V (Lismonde) = 213 281 m³

DETERMINARNE LA LUNGHEZZA (L)

Metodo della risonanza

Per il calcolo della lunghezza di una cavità, si considera la grotta alla stregua di uno strumento musicale a fiato o di una canna d'organo la cui nota, o frequenza fondamentale, è strettamente legata alla lunghezza dello strumento o della canna. Per poterla suonare, si deve metter in vibrazione l'aria all'interno dello strumento, per esempio soffiandoci dentro o percuotendolo.

Ora, non essendo pratico tendere dei fili per tutta la lunghezza della grotta evitando che tocchino dappertutto, o essendo impossibile percuoterla significativamente evitando di far vibrare tutta la montagna



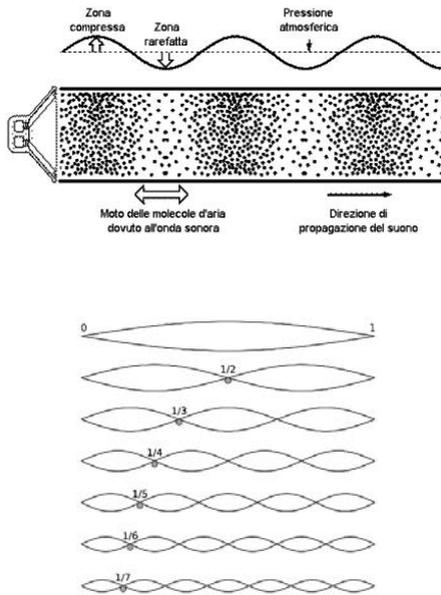
attorno alla grotta (ricordo ancora una volta che una grotta non è qualcosa di esistente, ma è la mancanza del qualcosa: la grotta in quanto oggetto isolabile non esiste!), non rimane che una sola chance, ovvero far vibrare l'aria che contiene alla stregua di una tromba.

Ma per avere una qualche possibilità di successo soffiando in una grotta, ci sono solo due metodi a oggi noti. Il primo è quello molto ingegnosamente inventato da Florit e Zanini e pubblicato da Diquál [2015], che montando delle pale da aereomodello su un tagliaerba a filo hanno creato un potente ventilatore. Con questo strumento loro mettono in pressione (o depressione) la grotta e poi chiedono agli speleo lasciati all'interno di sentire i punti in cui l'aria "fischia", ovvero entra in risonanza; così sono state congiunte varie grotte nel Carso.



Ventilatore Florit-Zanini-Diquál

Noi potremmo utilizzare una variante del modello, applicando al ventilatore un variatore di velocità, in quanto a noi servono variazioni di velocità per creare delle onde di pressione che, quando eccitate alla frequenza giusta, entrano in risonanza con la grotta: come una tromba è in grado di risuonare a certe frequenze così lo fa una grotta.



Ma serve una forte pressione per far suonare una grande grotta: il metodo Diquel può andar bene per grotte di qualche chilometro. Ma tanto più saliamo con la dimensione, tanto maggiori devono essere le pale del ventilatore.

Ora la natura ci viene in aiuto, fornendoci tutta l'aria che vogliamo, solo che, ahimè, dobbiamo aspettare quando sia disponibile a darci una mano, ovvero in presenza di un fronte temporalesco, con forti variazioni di pressione. Ovviamente, avendone la possibilità, possiamo anche utilizzare questo sistema in grotte che presentano una corrente d'aria costante nel tempo.

In sostanza, installeremo un anemometro e andremo a registrare le velocità del vento per tempi sufficientemente lunghi. A questo punto avremo collezionato una serie di dati velocità / tempo.

Ma a noi interessa conoscere non tanto questi dati, quanto piuttosto le informazioni derivate da questi dati, ovvero quali sono le frequenze di oscillazione dell'aria della cavità: saranno le frequenze proprie

della grotta e i suoi multipli e sottomultipli. Le frequenze maggiormente rappresentate, ovvero i picchi di intensità più importanti saranno quelli "propri" della grotta. Concettualmente il discorso non è di immediata comprensione, perché la grotta non è composta di un tubo unico, ma assai di frequente è un coacervo di gallerie di varie dimensioni e lunghezze, che spesso formano degli anelli, e ancor più spesso sono interrotte da sale o passaggi molto stretti. Considerando che ognuno di questi segmenti genera una frequenza propria di risonanza, dobbiamo abituarci a pensare come se fossimo in presenza di un gigantesco accordo di note composto ognuno da frequenze più o meno rappresentate, più o meno intense e con un loro specifico timbro.

I diagrammi che si ottengono non sono di immediata comprensione e necessitano di lunghi periodi di analisi, e ancora molto deve essere studiato e scritto su questo argomento.

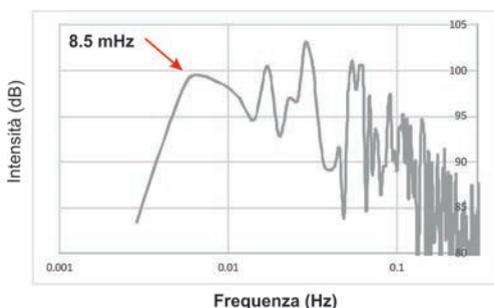
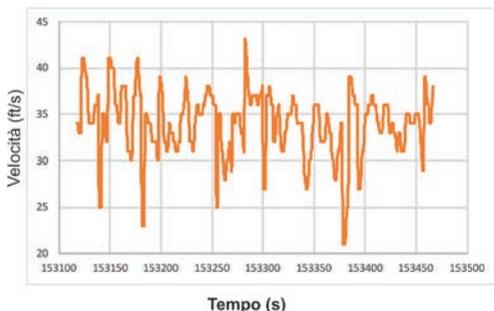
Ciò che possiamo dire è che l'utilizzo di un algoritmo, la cosiddetta trasformata di Fourier, permette di trasformare i grafici velocità/tempo in grafici intensità/frequenza e quindi di ricavare le frequenze di vibrazione (f) caratteristiche della grotta. Per un tubo aperto a entrambe le estremità, le frequenze di queste vibrazioni saranno multipli interi delle frequenze fondamentali, a loro volta fornite dalla formula:

$$\lambda = v/2 f$$

dove la lunghezza della grotta (L) vale λ .

Con le frequenze (f) misurate in hertz (Hz), (v) la velocità di propagazione del suono nell'aria espressa in m/s, (λ) la lunghezza d'onda in metri e L la lunghezza del tubo, nel nostro caso della grotta, espressa in metri.

In sintesi, le frequenze di risonanza più importanti ricavate dal rilevamento della velocità dell'aria in grotta, utilizzate nelle formule anzidette, forniscono la dimensione della lunghezza d'onda della grotta e quindi la sua lunghezza [Badino & Chignola, 2016].



Mondo Perduto (Ud): in alto velocità dell'aria in uscita rilevata con anemometro; in basso il relativo spettro delle frequenze. Lunghezza presunta: 3100 m.

Va anche tenuto conto che la velocità di propagazione dell'impulso di pressione dipende fortemente dalla temperatura, cui è legata dalla relazione:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$$

con γ coefficiente adiabatico (1,4), R costante dei gas (8,31 J/mol K), T temperatura assoluta della grotta in gradi Kelvin e μ peso molecolare dell'aria di grotta (28,96 10^{-3} kg/mol).

Uso di una variante del metodo Diquai

La soluzione Diquai, pur presentando svariati problemi realizzativi (assemblaggio del ventilatore, sigillatura della grotta) penso sia il metodo più sicuro per il calcolo della lunghezza di una grotta.

Ci sono diversi approcci per ricavare la frequenza fondamentale di risonanza, per esempio aumentando progressivamente la frequenza del generatore, ovvero sia la velocità del ventilatore, a partire da 0 Hz fino a trovare la prima onda stazionaria, oppure rilevando le frequenze di n onde stazionarie e mediando i rapporti fra le frequenze e il numero d'ordine.

In sostanza si tratta di operare come nel caso delle aperture ripetute (vedi oltre), ma questa volta agendo in maniera periodica sul regolatore di velocità del ventilatore, inviando quindi in grotta sciami di onde di pressione a varia frequenza. Si dovrebbero fare misure ripetute ad almeno tre differenti frequenze, analizzando poi i dati di frequenza prelevati con un anemometro in uscita.

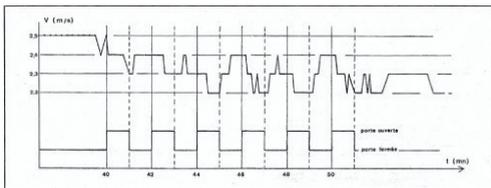
I picchi in frequenza analizzati con la trasformata di Fourier e confrontati tra loro, dovrebbero dare una misura più affidabile delle misure precedenti, proprio perché multifrequenza.

Metodo delle aperture ripetute

Il metodo consiste nel sigillare e aprire con rapide sequenze l'ingresso di una grotta e nel verificarne le conseguenze agli altri ingressi.

Bellobono ha definito le basi teoriche di questo metodo [Bellobono, 1976].

Il metodo è stato applicato in varie occasioni, ma la prima trattazione chiara e scientifica è opera di Lismonde [Lismonde, 1993], che mette in risalto come i risultati dipendono dal percorso fatto e dalla velocità dell'aria ai due ingressi conosciuti. È un metodo che viene usato quando si conoscono due ingressi, uno aspirante e uno soffiante, per verificare se e come le perturbazioni indotte a un ingresso si propagano anche all'altro.



Esempio con apertura/chiusura ogni minuto.

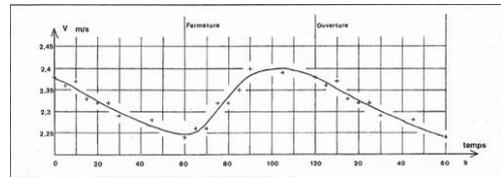
La velocità di propagazione dell'onda di pressione ci permette di calcolare la distanza da percorrere tra i due ingressi. Si attrezzano i due ingressi nella seguente maniera: all'ingresso aspirante si predispongono un'adeguata attrezzatura per sigillarlo e aprirlo ripetutamente ogni minuto (usualmente un telo). Nei pressi, all'interno della grotta, si posiziona un anemometro con data-logger.

All'altro ingresso si colloca un secondo anemometro con data-logger.

Si procede quindi chiudendo l'ingresso e riaprendolo a intervalli di 1-2 minuti, ripetendo l'operazione una decina di volte. Si consiglia di ripetere l'esperienza almeno un paio di volte in un'ora.

Alla fine dell'esperienza si avranno due curve (nei casi fortunati...) oscillanti che si sovrappongono fra loro e ci permettono di capire se le grotte fanno parte di un unico complesso e, nel caso, la distanza che separa i due ingressi.

La curva di uscita è molto disturbata e spesso è influenzata da eventuali ingressi intermedi; la soluzione Diquál utilizzata in questo contesto, con accensioni / spegnimenti ripetuti con forti pressioni indotte, dovrebbe dare certamente risultati più chiari.



Curva che rappresenta la media di tutti i fronti di salita e di discesa.

La sovrapposizione di tutte le curve di uscita, a formare una curva di uscita media, ci permette di fare delle considerazioni sui fronti di salita e di discesa (i fronti vengono delimitati dai punti di flesso della curva media) in corrispondenza delle aperture e delle chiusure, che a loro volta mediati dovrebbero dare il tempo di transito tra i due ingressi in secondi. Il prodotto tra tempo di transito ricavato dalla curva suddetta sia in salita che in discesa (t) per la velocità del suono (v) dovrebbe dare come risultato la lunghezza effettiva del percorso dell'aria: $L = v \cdot t$.

Un altro metodo per il calcolo dei tempi di transito potrebbe essere quello di calcolare il tempo medio dopo il quale la velocità è diminuita o aumentata di 0,1 m/s. Dato il tempo medio si potrebbe arrivare a calcolare la distanza percorsa considerando che l'informazione dovrebbe viaggiare alla velocità del suono, da calcolare tenendo presente la temperatura dell'aria di grotta come precedentemente indicato.

Purtroppo, nelle poche verifiche da noi affrontate, la velocità di propagazione dell'impulso è risultata essere compresa

tra 20÷100 m/s, molto minore di quella del suono (ca 300 m/s); pertanto questa metodologia, teoricamente valida e precisa, deve essere migliorata.

I punti di maggiore incertezza sono:

- 1 Ottimizzazione dell'infrastruttura di chiusura, che deve garantire ottima tenuta e alta velocità di manovra;
- 2 l'acquisizione delle velocità alla bocca di uscita, che deve essere precisa e di alta sensibilità.

DETERMINARNE IL DISLIVELLO TRA GLI INGRESSI (H)

Metodologia con barometro differenziale.

Il metodo si basa sulla misura della pressione esercitata dalla colonna d'aria di una grotta.

Vanin ha sviluppato una serie di calcoli che girano su Excel, rendendo la determinazione semplicissima; il metodo è aggiornato con i contributi più recenti di Badino [Badino, 2016].

Il modo di procedere è molto pragmatico: considera la variazione di pressione tra interno ed esterno di una grotta come dovuta alla differenza di densità delle due colonne d'aria.

L'equazione che le descrive è:

$$dP = g\rho_{int}dz - g\rho_{ext}dz$$

Quindi agendo sui parametri che definiscono la densità dell'aria interna ed esterna (temperatura, umidità, pressione, quota) e tenendo conto che le variazioni della pressione e della temperatura con la quota seguono leggi linearizzabili, si giunge a un integrale che calcola la differenza di quota tra ingresso noto e quello incognito.

L'equazione finale non è banalmente riconducibile alla sola differenza di pressione tra le due colonne d'aria; è necessario procedere a una simulazione ciclica per tentativi ripetuti, fino a trovare la quota che meglio approssima il valore letto.



Questo foglio di calcolo serve a valutare la quota del secondo ingresso di una grotta con circolazione a "tubo di vento".

Procedura di utilizzo:

1. Introdurre i valori delle misure necessarie eseguite sul campo;
2. Eventualmente modificare le unità di misura;
3. Se richiesto, modificare anche i valori risultanti dalle misure accessorie (oppure utilizzare i dati di default);
5. Premere il bottone "Calcola" (evidenziato in giallo);
6. Leggere il risultato ottenuto evidenziato in verde.

Misure necessarie eseguite sul campo:

Quota ingresso noto	609 mslm
Pressione esterna all'imbocco noto	934 mbar
Temperatura interna all'imbocco noto	9.6 °C
Temperatura esterna all'imbocco noto	17.6 °C
Differenza di pressione a imbocco chiuso	6 pascal

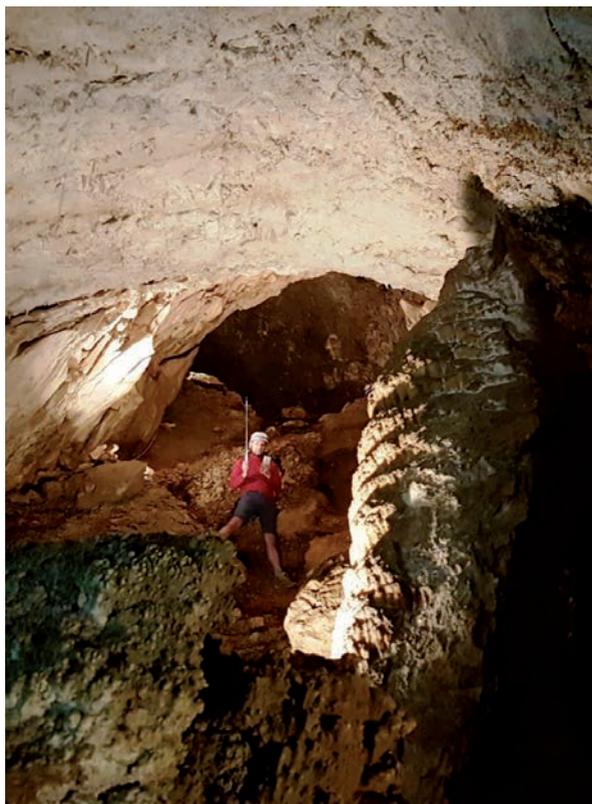
Misure accessorie:

Umidità relativa interna	95 %
Umidità relativa esterna	70 %
Gradiente termico interno	0.0035 °K/m
Gradiente termico esterno	0.0065 °K/m

Calcola

Quota secondo ingresso = 829 mslm

Misura della pressione interna di Corona 2 (UD) e relativi calcoli con il programma "Tubi".



**Rilievo meteo Antro del Corchia (LU) -
Corso FST 2019.**

Concretamente si sigilla con un telo uno degli ingressi, quindi si procede a determinare con un barometro molto sensibile la differenza di pressione tra interno ed esterno della grotta. Parallelamente si acquisiscono pressione esterna, temperatura e umidità interna ed esterna, quota e, facendo due o più misure a quote diverse, il gradiente altimetrico locale.

A questo punto diamo in pasto i dati al programma "Tubi" che ci fornirà la quota dell'altro ingresso.

DETERMINARNE IL DIAMETRO MEDIO (D)

Per il calcolo del diametro, si ricorre ad alcune considerazioni fisiche.

In una galleria la resistenza che si oppone al moto delle arie, ossia la perdita di carico H_R [Badino, 1995] è rappresentabile con l'equazione:

$$H_R = \frac{\mu v^2 L}{2D}$$

Con μ coefficiente d'attrito, che considereremo sempre uguale a 0,08;

L la lunghezza grotta (m);

v velocità dell'aria (m/s);

D diametro medio della galleria (m);

La pressione motrice a sua volta è proporzionale alla perdita di carico secondo l'equazione:

$$H_R = \frac{H \Delta T}{T}$$

con H dislivello tra gli ingressi (m);

ΔT differenza temperatura interno-esterno;

T temperatura esterna dell'ingresso basso (K).

Riassumendo, la relazione tra diametro medio della grotta (D), lunghezza (L) e dislivello tra gli ingressi (H) risulta essere la seguente:

$$D = \frac{fv^2 T L}{2\Delta T H}$$

Inserendo i valori trovati precedentemente abbiamo una valutazione del diametro (sezione) media della grotta.



Rilievo meteo alla Grotta Giurati (VA).

BIBLIOGRAFIA

Badino G. (1995): *Fisica del clima sotterraneo*, Bologna.

Badino G., Torelli L. (2014): *The Progetto Kronio: History and problems of an extreme exploration in an intact archaeological deposit*. In Gulli D. (Ed.), *From Cave to Dolmen*, Archepress: 31-42.

Badino G. (2016): *Models of temperature, entropy production and convective airflow in caves*. Geological Society, London, Special Publications, 466, 359-379, 31 January 2018. <https://doi.org/10.1144/SP466.24>.

Bellobono I. R. (1976): *Principi fisici della chimica*. Milano, Franco Angeli Editore.

Diquál A. (2015): *Stage Meteo-hypo*, FSLo, Fonteno (BS).

Chignola R. and Badino G. : *The Sounds of caves*. Proceedings of the 15th International Congress of Speleology, Kerrville, Texas USA (2009).

Diquál, A. (2015): *Un insolito metodo di indagine speleologica*, in <https://www.boegan.it>.

Lismonde, B. (1993): *Mesure de la propagation d'une perturbation de pression au Trou qui Souffle (Méaudre, Isère)*. *Karstologia* n° 22, 43-47.

Lismonde, B. (1995): *La respiration des cavernes*. *Memoires Speleoclub de Paris*, n° 20, 50.

Trombe, F. (1947): *Météorologie et hydrologie souterraines. Application aux massifs d'Arbas et de Paloumère (Haute Garonne)*. *Annales de Spéléologie*, fasc. 2-3, 99-124.

Vanin, A. (2013): *Appendice ai tubi di vento, formule per il calcolo*. *Stage Meteo-hypo*, FSLo, Fonteno (BS).

GROTTE IN VAL VELINA (Val Grande, VB)

Luana Aimar *, Gian Domenico Cella, Antonio Premazzi *

* Speleo Club Erba CAI

RIASSUNTO

Vengono descritte due brevi grotte che si aprono rispettivamente nei marmi e negli gneiss della Formazione Dioritico-Kinzigitica, membro dell'Unità Ivrea-Verbano; si tratta di un frammento di crosta terrestre profonda, derivata da depositi marini pre-cambriani, metamorfosati nel corso dell'orogenesi ercinica. Solo la grotta che si apre nei marmi presenta nette morfologie carsiche.

ABSTRACT

Authors describe two short caves open in marbles and gneiss of the Dioritico-Kinzigitica Formation; this unit is a fragment of deep terrestrial crust, derived from pre-Cambrian marine deposits, metamorphosed during the Hercynian orogeny. Only the cave in the marble shows karst morphologies.

GROTTA SUL SENTIERO

2806 PiVB

Speleometria

Sinonimi: Zeffiro Scistogeno,

Grotta dello Sciamano

Comune: Cossogno (VB)

Cartografia: CTR 1:10.000, sezione 052140 – Ed. digitale 2001

Map Datum: European Data 1950

Coordinate UTM: 458419 E 5095274 N

Quota: 720 m (GPS); 690 m (CTR)

Sviluppo: 17.5 m

Sviluppo planimetrico: 15 m

Dislivello: 0; -6.5 m

Formazione geologica: marmi della Formazione Kinzigitica (Unità Ivrea-Verbano)

ESPLORAZIONI

Grotta già nota in passato agli abitanti di Velina per la forte corrente di aria fredda che ne usciva. Segnalata agli speleologi del CAI Varese, veniva dagli stessi visitata anni addietro.

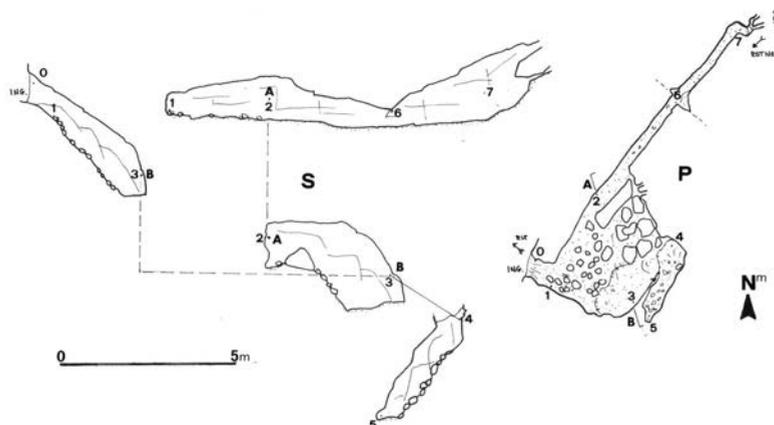
ACCESSO

Raggiunta Cicogna, prendere la carra-reccia che va in direzione Ovest, fino al suo termine, in prossimità di una cappella (parcheggio).

Prendere quindi il sentiero che, con vari saliscendi, porta all'Alpe Velina: si superano via via il Torc del Runchett, quindi gli agglomerati di Montuzzo, Crosane, Uccigiola.

Dopo Uccigiola il sentiero supera un marcato rio, quindi si porta su un costolone caratterizzato da un ampio spiazzo, quel che resta di una stazione di scambio di una teleferica usata per il trasporto del legname; da qui è ben visibile sul costone successivo il corte Baserga. Il sentiero scende ora ripido nel vallone del rio Velina: poco prima che abbiano inizio le catene fisse si incontra, sulla destra del sentiero, in corrispondenza di un banco roccioso, un evidente pertugio da cui esce una discreta corrente di aria. È la nostra grotta!

GROTTA SUL SENTIERO PER ALPE BASERGA o ZEFFIRO SCISTOGENO o GROTTA DELLO SCIAMANO PI-VB
Rilievo: Almar Luana, Premazzi Antonio (SCE), Cella Gianni (GGN) 16-3-2014



Grotta sul sentiero: l'angusta saletta iniziale.

DESCRIZIONE

Il pertugio dà accesso a una bassa saletta inclinata.

Sulla sinistra diparte uno stretto meandro che termina su fessure intransitabili.

In corrispondenza del settore più basso della saletta, diparte una ulteriore malagevole galleria che termina dopo pochi metri su riempimento.

OSSERVAZIONI

La grotta si sviluppa in una lente di marmo cristallino bianco rosata; la lente (lenti?), disposta verticalmente con direzione NE-SW ha una potenza di qualche decina di metri e può facilmente venire seguita in esterno in corrispondenza del sentiero stesso.

Il contenuto carbonatico è del 98 % (media di 3 campioni prelevati); la frazione

rimanente è costituita principalmente da quarzo e altri silicati.

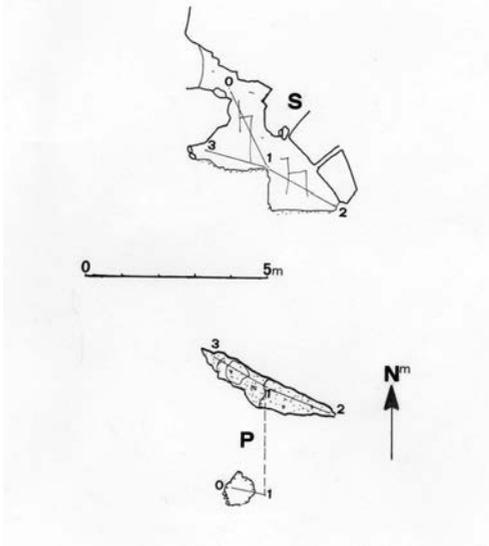
L'affioramento è inquadrabile nella Formazione Dioritico-Kinzigitica, membro dell'Unità Ivrea-Verbanò; si tratta di un frammento di crosta terrestre profonda. Stando ad alcuni autori, si tratta di depositi marini di età pre-cambriana (ca 700 milioni di anni fa), metamorfosati nell'orogenesi ercinica (ca 300 milioni di anni), ma poco interessati dalla successiva orogenesi alpina (ca 55 milioni di anni).

Sono presenti sulla volta della saletta piccole stalattiti marroncine, di altezza che non supera il centimetro; in sezione si presentano dello stesso colore. Sono costituite per il 94 % da calcite; argilla e un componente cristallino bianco, non riconosciuto, costituiscono il rimanente. Nel giorno della visita (temperatura ester-



Val Grande: Alpe Belmello.

BUS DEL LUF DI ALPE BASERGA Pi-VB
Rilievo: Almar Luana, Premazzi Antonio (SCE), 16-3-2014



na di circa 24,5 °C) la grotta emetteva una discreta quantità di aria fredda (13,1 °C), proveniente in buona parte dalle fessure del caposaldo 7. Si avvertiva un certo movimento di aria anche nella parte più bassa della sala. Non sono stati altresì osservati indizi di flussi idrici concentrati, ma riteniamo che durante i periodi piovosi ci sia una discreta percolazione di acqua sulle pareti e sulla volta.

BUS DEL LUF

2805 PiVB

Speleometria

Comune: Cossogno (VB)

Cartografia: CTR 1:10.000,
sezione 052140 – Ed. digitale2001

Map Datum: European Data 1950

Coordinate UTM: 458470 E 5095314 N

Quota: 765 m (GPS); 763 m (CTR)

Sviluppo: 6 m

Sviluppo planimetrico: 4 m

Dislivello: -3 m

Formazione geologica: gneiss della
Formazione Kinzigitica (Unità Ivrea-
Verbano)

ESPLORAZIONI

Grotta segnalataci da Sergio Saccani e esplorata il 16 marzo 2014 nel corso dell'uscita in cui ci aveva accompagnato.

ACCESSO

Una ventina di metri prima della grotta sul sentiero (vedi sopra) innalzarsi sul ripido versante per una quarantina di metri di dislivello, puntando a un grosso affioramento di rocce rossastre alla cui base si apre il pozzetto di ingresso.

DESCRIZIONE

Un modesto pozzetto porta a un cunicolo presto cieco.

OSSERVAZIONI

La grotta si sviluppa in una piega di gneiss scistosi rossastri, molto ricchi in mica (kinzigiti?).

Nel corso della visita non sono state notate correnti di aria, né sono stati osservati indizi di flussi idrici.

RINGRAZIAMENTI

Ci hanno accompagnato nell'uscita Sergio Saccani, che aveva individuato le due grotte, nonché, Lia Botta, Vittoria De Regibus, Tiziana Marinoni e Simone Migliaccio.

Li ringraziamo tutti.

TRACCIARE LE CORRENTI D'ARIA CON L'ANIDRIDE CARBONICA.

Modalità operative.

Gian Domenico Cella

RIASSUNTO

Sulla base di dati di letteratura e della normativa ASTM E-741, finalizzata alla misurazione di volumi di ambienti chiusi, è stata messa a punto una metodologia originale di tracciamento che permette il rilevamento quantitativo di flussi aerei all'interno di una cavità.

Essa consiste nel liberare una quantità nota di anidride carbonica nel settore di interesse e nel rilevarne quindi il passaggio tramite una sonda dotata di data-logger nel settore oggetto di indagine. Per avere misure quantitative è necessario conoscere anche la portata dell'aria in corrispondenza della sonda. Nel lavoro vengono dettagliatamente illustrate le procedure operative.

Test condotti in svariate grotte hanno confermato la validità della metodologia.

ABSTRACT

Based on scientific literature and ASTM E-741 regulation, an original tracking methodology has been developed. This idea allows quantitative tracking of air flow in natural caves.

It consists of launching a known quantity of carbon dioxide in a cave, and monitoring the passage with a data-logger probe. The quantitative tracking is obtained measuring the airflow on the conduit where the probe is installed. In the present work all operations are in detail described.

Tests conducted in various caves have endorsed the correctness of the approach.

Strengths points of this method are: easy implementation, cost containment, low environmental impact. The limit is represented by the natural presence of carbon dioxide which, lowering the sensitivity of the method, requires a prior basic acquisition and can reduce the applicability on large cave systems. Theoretical aspects are treated in a work presented at the XXII national speleology congress.

PREMESSE

Ogni buon esploratore sa che le correnti d'aria che si muovono all'interno di una grotta portano con sé molte informazioni, tra cui quelle provenienti da zone inesplorate.

L'uso della CO₂ in grotta ha una storia lunga, ne hanno scritto in molti, tra cui certamente il più famoso è Lismonde che nel libro dedicato alla climatologia (2002) ha proposto delle metodologie d'uso, senza però riscontro sperimentale.

Tempo addietro motivi professionali mi hanno portato a indagare su come determinare volumi di ambienti chiusi; con una certa sorpresa sono venuto a conoscenza che esisteva addirittura una metodologia

normata ASTM (American Society for Standards and Materials) che permetteva di fare queste misure anche in presenza di persone, usando semplicemente anidride carbonica.

Negli ultimi tempi il costo dei rilevatori di CO₂ muniti di data-logger è divenuto abbordabile (meno di 85 \$ sul mercato cinese), quindi alla portata di qualsiasi speleo: il gioco era fatto!

MODALITÀ OPERATIVE

Reperimento dell'anidride carbonica

È il primo passo.

Ci sono diverse possibilità: il fiato degli stessi speleologi (ca 0.35 l/minuto; tra l'altro, strumentalmente la si vede piut-

tosto bene). La reazione tra carbonato di calcio e un acido (1000 g di carbonato di calcio liberano 440 g di CO₂, è cioè circa 250 litri).

Il metodo più comodo e sicuro rimane quello di usare l'anidride carbonica presente negli estintori (non quelli a polvere ovviamente); se la bombola è prossima alla scadenza potrebbero addirittura regalarvela o perlomeno farvi uno sconto. Il costo si aggira sui 10-15 €/kg.

Ne avrete bisogno qualche kg, a secondo della dimensione della grotta da studiare; la bombola da 2 kg è abbastanza maneggevole. In alternativa potete utilizzare anche le bombolette per gasare l'acqua, ma il costo è decisamente superiore.

Ma quanta usarne? Dobbiamo puntare ad avere un picco ben leggibile, quindi di almeno 200-300 ppm al di sopra del livello base presente in grotta; la portata dell'aria che transita nella grotta, vi darà un buon suggerimento. Se poi disponete del rilievo meteo della grotta (temperatura e portata nei vari rami) potete dirvi a cavallo.

Sensore per l'anidride carbonica

Sul mercato europeo sono disponibili svariati modelli muniti di data logger, a partire dai 300 euro in su. Sul mercato cinese il costo è inferiore ai 100 \$, spedizione compresa. Alcuni venditori possono

farvela pervenire via posta olandese: vi costerà 1-2 \$ in più, ma è una scelta che consiglio vivamente: eviterete ogni tipo di problema con la dogana.

Detti strumenti di solito registrano parallelamente anche temperatura e umidità relativa, il che non guasta.

Lo strumento che ci serve deve avere un campo di misura di almeno 5000 ppm e una risoluzione di 5-10 ppm. La precisione non ci interessa più di tanto in quanto noi faremo misure relative; usualmente i produttori dichiarano precisioni di ± 50 ppm. Gli amanti del fai da te potranno reperire sul mercato sonde per CO₂ al costo di una ventina di euro e assemblarsi uno strumento con i loro desiderata.

L'apparecchio che serve a noi dovrebbe essere impermeabile all'acqua, ma dubito che se ne possano trovare a prezzo abbordabile; al momento ho potuto vedere solo alcuni prototipi fatti assemblare dalla Federazione Lombarda. Si rimedia all'inconveniente alloggiando lo strumento in zone riparate della grotta, all'interno di una gabbietta munita di tettuccio.

Lo strumento per la misura usa una sonda a raggi infrarossi, il che determina un assorbimento di corrente non trascurabile. Le batterie in dotazione garantiscono il funzionamento solo per una manciata di ore; ho ovviato alimentando lo strumento



Diversi modelli di rilevatori di CO₂ muniti di data-logger (quello al centro è impermeabile).

via porta mini-USB con una batteria per la ricarica dei cellulari dalla capacità di 10.000 mA/h. L'autonomia passa a oltre 10 giorni. Un'altra valida alternativa è usare una serie di batterie AA alloggiata in economici contenitori piatti reperibili sul mercato già dotati di spinotti adeguati. Ho notizia che sono attualmente disponibili sonde con ridotto assorbimento di corrente; 4 batterie AA garantirebbero 3 mesi di autonomia.

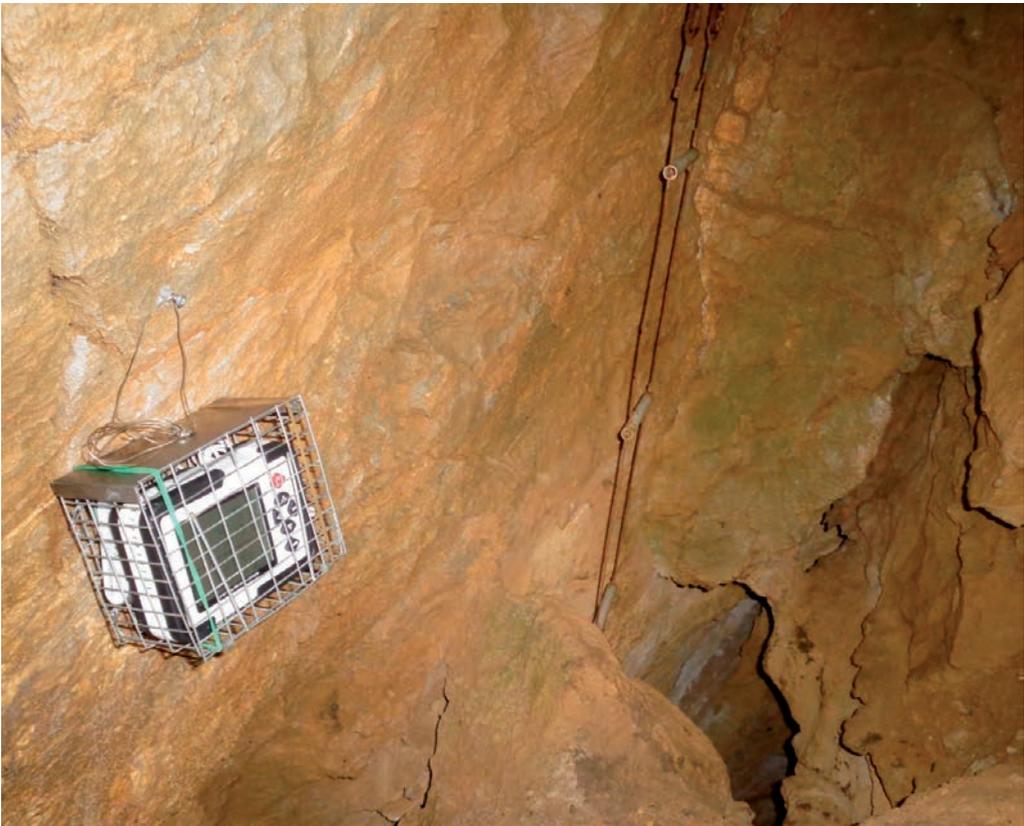
L'anemometro

Qualora non ci si accontenti della sola curva di transito del tracciante ma si voglia effettuare delle misure quantitative abbiamo necessità di quantificare il

flusso di aria che transita ove è collocato il sensore. Per disporre di questo dato ci servono due cose:

- 1 Conoscere la sezione della galleria
- 2 Conoscere la velocità dell'aria che vi è transitata nel corso della misura.

Per avere la sezione è sufficiente misurarla abbastanza accuratamente con un metro. Conviene scegliere un tratto di galleria piuttosto regolare, non troppo distante dal sensore della CO₂. Per risalire alla superficie potete ricorrere a vari stratagemmi: disegnarla a computer con un programma che calcola la superficie di poligoni chiusi; disegnarla su carta millimetrata quindi calcolare la superficie con un planimetro, oppure:



Stazione di rilevamento CO₂ (Grotta Lucky Strike, Campo dei Fiori VA).

contare i quadratini inscritti, oppure scomporre il disegno in tante figure semplici (triangoli, rettangoli, trapezi...) le cui aree possono facilmente venire calcolate,



Lancio del tracciante
(alto: Antro del Corchia, LU;
basso: Grotta Giurati, Campo dei Fiori, VA).

oppure ritagliare e pesare la figura ottenuta confrontandola con il peso di una superficie a portata nota.

La velocità dell'aria verrà determinata con un anemometro che potrà essere a ventola, a filo caldo o sonico: è indifferente. Se è dotato di data logger tanto meglio, ma i costi si fanno sentire; altrimenti potrete acquisire una serie di misure spot tra cui destreggiarvi. La sensibilità dovrà essere minimo 0.1 m/s; per alcuni anemometri la sensibilità potrà venire incrementata agendo sul software (ad esempio, sull'anemometro PCE 009 acquisire in ft/min anziché in m/s aumenta la sensibilità di un ordine di grandezza).

Per una misura precisa avrete preventivamente scelto un punto fisso ove posizionare la sonda, avendo cura di determinare con misure spot il rapporto che intercorre tra la reale velocità media (media delle letture che avrete fatto in più punti della sezione) e la velocità letta dallo strumento.

In casi disperati, ponete la sonda dove la velocità è massima e usate la relazione empirica

$$V_m = V_{max} \times 0.75.$$

Possiamo ora procedere al test. Carichiamo e verifichiamo innanzitutto che tutte le batterie, visibili e invisibili, siano ben cariche e i collegamenti sicuri. Compattiamo alimentatori e strumentazione; personalmente uso dei grossi elasticoni ricavati

tagliando guanti da bucato: non mi hanno mai tradito.

Sincronizziamo, possibilmente al secondo, gli orologi dei data-logger e quelli degli operatori.

Stazione di rilevamento

Sceglieremo un punto abbastanza comodo da raggiungere e comodo per muoverci; trasporteremo gli strumenti bene imballati in polietilene a bolle, separati gli uni dagli altri.

Se possibile, li faremo partire prima di entrare (prendere nota dell'ora): sarà più agevole risolvere eventuali problemi. Imposteremo la frequenza di campionamento in funzione della presunta durata del test (1-10 minuti).

Portiamoci dietro anche un ripiano rigido pulito che potremo utilizzare come base di lavoro, straccetti puliti, sacchetti e fogli di polietilene trasparente, una mini-trousse con attrezzi vari (cacciaviti, pinze, tronchesino, forbici, elastici, filo di ferro...), una potente luce di supporto, blocco notes e matite.

Collocare il rilevatore di CO₂ una zona areata quanto più riparata; personalmente lo inserisco in una gabbietta metallica dotata di tettuccio (quella per catturare i topi...), fissata con filo di ferro a un tassello ad espansione.

Passeremo quindi a scegliere nei pressi una galleria con sezione regolare ove fissare l'anemometro.

Innanzitutto misureremo il contorno della galleria, quindi determineremo più volte la velocità media dell'aria (e ne prendiamo nota!). Se possibile posizioneremo la sonda ove velocità è prossima a quella media, o al limite la mettiamo ove è massima. Il corpo dello strumento viene collocato in un posto riparato, proteggendolo/avvolgendolo con polietilene se ne è il caso.

Se il contenuto di CO₂ presenta una certa

variabilità, è opportuno lasciare la sonda in loco un paio di giornate prima di procedere a effettuare il lancio.

Il lancio

Scegliere un punto ove la velocità dell'aria entrante è massima e questa viene portata subito via. Verificate poi che all'interno della grotta, nel raggio di qualche centinaio di metri, non ci siano speleologi!

Se interessati, piazzare a valle un secondo rilevatore di CO₂ e procedete anche a determinare portata, temperatura e umidità relativa dell'aria: sono dati che potranno tornare utili.

A questo punto pesate la bombola con un bilancia a gancio (sensibilità almeno 1 g), togliete la sicura e procedete al lancio a intervalli di 5-10 secondi; puntate l'erogatore ove la velocità dell'aria è massima, a mezz'aria o poco più in alto. La nuvola bianca che si forma vi guiderà senza problemi in questa fase; se tende a tornare indietro fermate l'erogazione e riprendete dopo alcuni secondi.

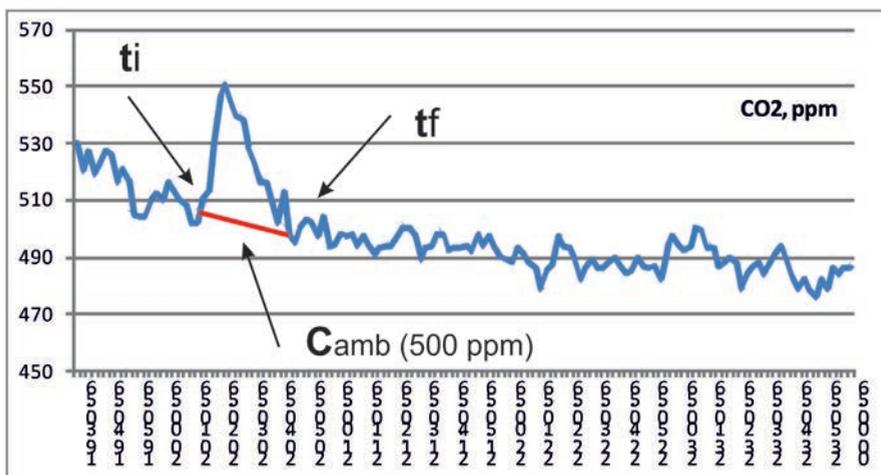
Non dimenticate che la temperatura del gas uscente è di circa -70 °C. Se disponete di un rilevatore portatile di ossigeno o di anidride carbonica fatene uso: potrete osservare come la variazione dell'atmosfera ove operate sia minima (<1%).

Terminato il lancio, ripesate la bombola. Annotate tutto.

Operazioni preliminari all'acquisizione dati

Portate all'esterno rilevatore e anemometro e dopo qualche minuto provvedete a fermare l'acquisizione.

Una volta a casa asciugate la strumentazione, scaricate a computer i dati acquisiti e quanto prima rimuovete le batterie e lasciate per svariato tempo gli strumenti aperti in ambiente asciutto. Meglio ancora sarebbe lasciarli un paio di giorni in un contenitore sigillato contenente gel di



Tracciamento Antro del Corchia (LU): curva transito CO₂ alla Buca del Serpente.

silice con indicatore (colore blu: attivo. Colore rosa: esaurito. Per rigenerare il gel di silice basta metterlo in forno a 150-200 °C, fino a cambio del colore).

Interpretazione della curva e relativi calcoli quantitativi

Circa l'interpretazione della curva acquisita, vi rimando al lavoro presentato al XXIII congresso di speleologia.

Per determinare la quantità di CO₂ transitata ci sono varie metodologie, tutte egualmente corrette, che si basano su considerazioni ponderali o volumetriche. Illustrerò qui il procedimento che utilizzo, rifacendomi a un tracciamento reale effettuato durante uno stage in Toscana nel luglio 2019 (Antro del Corchia. Lancio nella Galleria Turistica, rilevamento all'ingresso Serpente), che potete usare come esercizio di verifica.

Per prima cosa determineremo il volume in normal litri (nL; litri in condizioni standard: 0 °C, 1 atmosfera) della CO₂ liberata. Un corollario della legge di Avogadro ci dice che un grammo mole (gMole) di

una qualsiasi molecola gassosa occupa a 0 °C e 1 atmosfera 22.414 litri di volume.
 $nL = \text{peso in g} / 44 \times 22.41$.

Nel nostro caso:

Peso bombola carica: 11910 g

Peso bombola scarica: 8750 g

Quindi peso del tracciante liberato è stato: 3160 g

corrispondente a normal litri (**nL_i**) = **1610**.

Passiamo ora a calcolare la CO₂ immessa che è transitata dalla Buca del Serpente. Con l'aiuto del grafico ricavato dal datalogger cominciamo innanzitutto a ricavare il tempo di inizio e di fine transito del tracciante, rispettivamente (**ti**) e (**tf**). La differenza (**ti - tf**) ci dà la durata del transito del tracciante (**t**). Per semplificarci i calcoli, lo esprimiamo in minuti.

Nel nostro caso **ti** è h 20.13', **tf** è stato h 20.48': il passaggio (**t**) è quindi durato 35 minuti.

Passiamo ora a determinare la concentrazione media della CO₂ transitata (**C_{tm}**) tra il tempo **ti** e **tf**, e cioè tra il minuto 13 e il minuto 48.

Se i dati sono caricati su un foglio di calcolo basterà attivare la funzione media e il gioco è fatto; altrimenti potrete ricorrere a uno dei trucchetti (determinazione dell'area) esposti nel calcolo della sezione.

Nel nostro caso troveremo un valore di 522 ppm. Ma attenzione: questo è il valore di tutta la CO₂ è cioè di quella ambiente + quella che abbiamo immesso noi.

Dal nostro grafico possiamo però ricavare la concentrazione media ambientale (**Camb**), che vale 500 ppm.

Detraiamo quindi la base naturale e otterremo il contributo da noi immesso (**Cimm**), pari a soli 20 ppm.

$$C_{imm} = C_{tm} - C_{amb}$$

Per una misura quantitativa ci serve conoscere anche il volume di aria transitato (**Va**), che si ottiene moltiplicando la velocità media dell'aria (**vm**) per la sezione della galleria (**S**) e per la durata del transito (**t**).

$$V_a = v_m \times S \times t$$

Nel nostro caso

la sezione **S** era 1.27 m²

la velocità media (**vm**): 3.9 m/s pari a 297 m/minuto

la durata (**t**): 35 minuti.

Sono quindi complessivamente transitati (**Va**) 10401 m³ di aria. Non pochi...

Debbo ora calcolare il volume della CO₂ transitata, preferibilmente in litri (**L**)

$L = C_{imm} \times V_a \times 10^{-3}$. Il 10⁻³ serve a trasformare le ppm (cc) in litri.

Nel nostro caso troveremo che sono transitati solo 229 litri della CO₂ che avevamo immesso.

Il tracciante è però uscito a una temperatura diversa da 0° C e a una pressione inferiore a 1 atmosfera (ci troviamo in montagna). La legge di Boyle e la relazione pressione - altimetria ci permettono di riportarli alle condizioni standard.

Il volume di CO₂ portato a livello del mare vale $L_{po} = L \times 0.9877^h$ dove h è la quota in centinaia di metri ove era posto il datalogger.

Nel nostro caso i 229 litri di CO₂ uscita (**L**) a quota Serpente (943 m slm) equivalgono a 206 litri (**Lpo**) a 1 atmosfera.

Per la temperatura ricorremmo alla relazione $nL = L_{po} / ((273 + t) / 273)$, dove t è la temperatura (°C) dell'aria in uscita, Lpo è il volume di CO₂ già corretto per la pressione.

Nel nostro caso **Lpo** vale 206 litri, la temperatura misurata (**t**) era di 8.1 °C.

In conclusione il volume di CO₂ uscito, espresso di condizioni standard, è stato di $nL_u = 196$, pari al 13% della CO₂ lanciata.

Errori e ripetibilità del metodo

Le varie semplificazioni e approssimazioni introdotte nel calcolo valgono un errore inferiore al 2%. Le maggiori fonti di errore sono la determinazione della sezione della galleria e il calcolo della velocità media dell'aria. Sulla base della nostra esperienza, riteniamo che l'errore complessivo sia inferiore al ±15%.

BIBLIOGRAFIA

Per bibliografia, aspetti teorici e interpretativi del metodo rimandiamo a:

Cella G.D., Miragoli M (2020): *Usare l'anidride carbonica per tracciare le correnti d'aria in grotta*, in atti del XXIII congresso Nazionale di Speleologia, Ormea 2020 [in preparazione].

LE MINIERE DEL MONTE CAPIO

Roberto Mazzetta

Anno Domini 1971, era un po' che lo zio Gianfranco mi tampinava per salire il Monte Capiro. Perché questa insistenza? Per una serie di motivi che ora sciorinerò con disinvoltura.

Era lassù, tra quegli aspri monti, che, durante la Seconda Guerra Mondiale, passò qualche tempo con una squadra partigiana e voleva mostrarmi dove sparavano con la mitragliatrice per addestrarsi in caso di incursione di nazi-fascisti.

Inoltre voleva risalire quella cima così panoramica, con un'ottima vista su sua Maestà il Monte Rosa e i monti circostanti. Ma il terzo motivo era quello che avrebbe dovuto solleticarmi maggiormente. Alle pendici del monte c'erano delle miniere e io, giovane appassionato di minerali, come avrei potuto rimanere insensibile a tale richiamo? Ero, tuttavia, un po' riluttante a quella escursione che mi pareva troppo lunga e affaticante, ma lo



Miniera di pirrotina nichelifera nella adiacente Valle Strona.

zio insisteva stuzzicandomi con l'idea di portarmi a casa un campione di Nichelio che sicuramente mancava alla mia povera collezione. Si può resistere al fascino del Nichelio? Anzi, per la precisione, pirrotina nichelifera? Impossibile; così un bel giorno dissi: "Va bene, si vada alla conquista del Capiro."

Qualcuno, per caso, ignora la collocazione del Monte Capiro? Sì? Strano, pensavo fosse noto all'intera umanità. Si trova in Val Mastallone, che si diparte dalla Val Sesia nei pressi di Varallo Sesia.

La spedizione al Capiro prevedeva il pernottamento a Varallo dalla mamma di mio zio, a quei tempi ancora viva e vegeta e ben combattiva, che cercò di farmi cambiare idea sostenendo la totale inutilità di tale sfacchinata. Tentativo vano, ormai ero convinto.

Presto, prestissimo, troppo presto ci svegliammo quel soleggiato giorno di ottobre e, sulla potente Simca 1000, ci recammo a Sabbia, piccolo borgo dal quale partiva il lungo itinerario: quota di partenza m 728, quota di arrivo m 2172, dislivello m 1444, ore di cammino: tante.

Zaino affardellato, passo costante e via dietro lo zio nella speranza che non sbagliesse strada come spesso accadeva: era una sua peculiarità. Inutile dire che non ho la più pallida idea di quale itinerario seguimmo, di cosa e chi incontrammo lungo il percorso. Rammento bene che dopo un bel po' di cammino il *Gianfra* mi mostrò la cima ancora lontana. Più vicine le agognate miniere. Ci fermammo, ma all'andata o al ritorno? Boh? Dettaglio poco rilevante. L'importante è che la tappa ci fu e una foto che mi ritrae con martello in una mano e un campione di minerale nell'altra, lo dimostra. Un prezioso reperto che, ovviamente, infilai soddisfatto nello zaino. Se non sbaglio era l'ultimo giorno

delle amatissime vacanze estive e il giorno dopo, con le articolazioni un po' provate, ero mestamente seduto dietro a un banco pronto a sorbirmi stucchevoli lezioni di professori piuttosto noiosi.

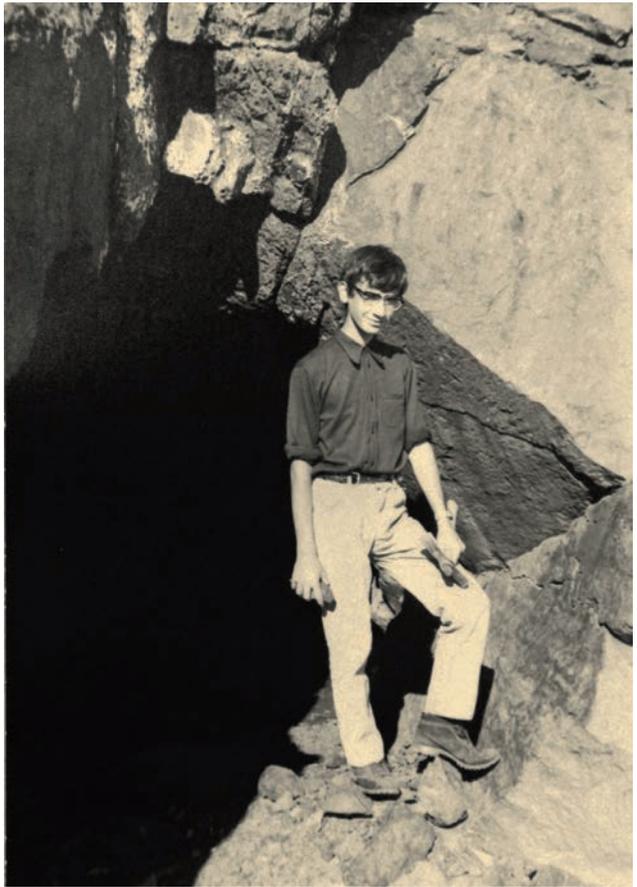
Passa qualche anno, diciamo che ne trascorrono 48, e un bel sabato stranamente soleggiato di fine marzo 2019, torno da quelle parti. Non voglio salire la cima, già recentemente salita da altro versante e nemmeno dormire a Varallo e tanto meno fare levatacce. Con tutto comodo, sfruttando strade un tempo inesistenti che mi accorciano il tragitto, mi pongo come meta solo le miniere. Lo zio se ne è andato alla buona età di 95 anni, ma la sua memoria è ben presente e camminare da quelle parti la rinvigorisce piacevolmente. Seguo fedelmente l'itinerario 561 del CAI Varallo. Passo l'Alpe Campo in bella posizione; baite in ordine ma con brutto tetto in lamiera. Proseguo in totale solitudine senza che la cosa mi infastidisca e giungo all'Alpe Laghetto: l'alpe c'è, ma il laghetto no. Dove sarà andato? Noto immediatamente un paio di edifici semi crollati di fattura completamente diversa dalle classiche baite valesiane. Sono le palazzine dei minatori. Poco avanti sono evidenti le due entrate attorniate da detrito fortemente ossidato. Mi avvicino e percepisco un forte odore di zolfo. Sono pervaso da un pensiero. Non sono miniere ma le porte degli inferi, un nuovo accesso valesiano al regno di Lucifero & soci (nel 1971 non percepii alcun olezzo). Lascio lo zaino all'entrata, preparo fotocamera, luce frontale e moneta per Caron demonio ed entro pronto a immortalare i cornuti satanassi. Pochi passi e mi convinco che proprio di miniere si tratta, niente Acheronte da attraversare, moneta risparmiata. Procedo per tutta la lunghezza dello scavo fino al fondo: stimo un centinaio di metri, ma potrei sbagliarmi

anche di un bel po' in eccesso o in difetto. Esco e mi dirigo al livello superiore di coltivazione. Accidentaccio! Miniera allagata, almeno 40 centimetri di fredda acqua nella quale non ho la minima intenzione di infilarmi. Mi limito a scattare qualche foto e allungare lo sguardo nell'oscurità. Anche qui non si rileva la presenza di diavoli o diavolette.

L'Alpe del Laghetto mi pare un po' poco e così raggiungo un valico, la Bonda Piatta (m 1930) che mette in comunicazione il versante della Val Sabbiola, dal quale provengo, con il versante di Rimella: da qui apprezzo la vista del Monte Rosa che tanto affascinava mio zio.

Un po' di storia.

Il filone di pirrotina nichelifera è probabilmente lo stesso che affiora anche in Val Strona, presso Campello Monti. I lavori risalgono agli Anni '20 e si intensificarono quando l'Italia fu soggetta alle sanzioni della Società delle Nazioni per la sua politica coloniale (1935) ed era quindi costretta ad una severa autarchia. La scarsità di materie prime costrinse geologi, ingegneri minerari e tecnici del regime a sfruttare ogni possibile fonte di minerale ferroso indispensabile per l'industria pesante. Da qui una spasmodica ricerca di filoni utili anche in posti di difficile e scomodo accesso per la mancanza di strade e la quota elevata. Il minerale cavato in località Alpe Laghetto era tra i migliori della zona e



L'Autore... ai tempi.

la coltivazione continuò fino alla Seconda Guerra Mondiale. Altre fonti parlano di abbandono negli anni Sessanta.

Chi volesse approfondire studi, rilievi ed esplorazioni, ammesso che il tutto non sia già stato eseguito, ora sa come raggiungere la meta.

Per quel che mi riguarda, penso che tornerò nel 2067 tra altri 48 anni, il mese non l'ho ancora deciso, sempre che a quella data non abbia già varcato l'Acheronte passando, ovviamente, da qualche altro accesso.

RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ 2017

COMITATO DIRETTIVO

Daniele GIGANTE

Paolo BOLZONELLO

Gian Domenico CELLA

Juri BERTONA

Francesca PUCCIO

presidente

direttore tecnico

direttore scientifico

segretario amministrativo

segretario economo

INCARICHI FUNZIONALI

Lia BOTTA

Daniele GIGANTE

Paolo BOLZONELLO

Gian Domenico CELLA

Gian Domenico CELLA

emeroteca

biblioteca

magazzino

catasto grotte Piemonte Sud

catasto cavità artificiali

RELAZIONE DEL PRESIDENTE

Cari soci,

eccomi qua a tirare le fila del mio primo anno da *Presidente*... vorrei poter raccontare di un gruppo finalmente in ripresa e con davanti numerose opportunità di esplorazione e ricerca ma purtroppo devo riconoscere che è stato un anno complicato, d'indolenza diffusa.

Il ricambio generazionale che tanto ci servirebbe latita e la mancanza di "facce nuove" si riflette in un lento scorcamento anche dei più attivi che, per quanto si siano sforzati in questi anni di coinvolgere gli altri soci nelle loro attività, si rivolgono sempre più all'esterno per trovare nuovi stimoli.

Le riunioni del venerdì sera sono sempre meno frequentate, le discussioni "speleologiche" ridotte ai minimi termini e non si prova nemmeno ad immaginare nuovi progetti da portare avanti.

Dove appigliarci allora per rimanere a galla?

Il dato di fatto è che quasi tutti soci, presi tra lavoro e famiglia, hanno pochissimo tempo a disposizione... credo allora che un buono spunto per ripartire sarebbe

chiudere alcuni piccoli lavoretti lasciati per strada in questi anni... attività che diano risultati (e quindi soddisfazioni) nel breve periodo. Progetti magari non di ampio respiro ma in grado di infondere un po' di fiducia. Tuttavia, se decidiamo di intraprendere questa filosofia "dei piccoli passi" sarà fondamentale la scrittura, contribuire tutti di più alla stesura di "LABIRINTI" per fissare gli obiettivi raggiunti ma soprattutto le emozioni e la passione provate nel conseguirli. Magari rileggendoci tra qualche anno capiremo di aver fatto delle ottime piccole cose divertendoci molto... e forse scopriremo di essere stati più attivi di quanto ci sembrava nei momenti di sfiducia.

RELAZIONE DEL DIRETTORE TECNICO

I freddi numeri dell'attività dei soci in questo 2017 appena concluso: 78 uscite di campagna per un totale di 676 ore grotta. Purtroppo, nonostante siano 27 i soci che hanno svolto almeno un'uscita nell'anno, la maggior parte delle ore è da ascrivere ai soliti 4-5 soci più attivi. Sembra un trend



Risalita aperta da Juri alla Grotta Pogorelica (BiH).

che non si riesce, per mille motivi, più o meno validi, a mutare.

Sempre buona l'attività divulgativa; su tutte ricordo la presentazione dei risultati esplorativi e di ricerca scientifica ottenuti al Ghiacciaio del Belvedere effettuata al consueto raduno novembrino, tenutosi quest'anno a Finale Ligure (SV).

Una curiosità... quest'anno abbiamo organizzato diverse attività per i più piccoli, dalla scuola materna alle medie. Rivedremo qualcuno di loro in gruppo tra qualche anno??? Incrociamo le dita!

Scuola di speleologia GGN

Quest'anno non è stato organizzato il consueto corso di "Introduzione alla Speleologia" per mancanza di richieste.

Nel mese di Novembre GDC ha tenuto diverse lezioni del corso nazionale

"Movimento dei fluidi in grotta: traccianti idrologici ed aeriformi" svoltosi a Clivio (VA); come al solito ha ottenuto un ottimo consenso.

Daniele Gigante ha aggiornato la sua qualifica di ISS prendendo parte al corso "Primo soccorso e gestione delle emergenze in grotta" tenutosi a Casola Valsenio (RA) nel mese di Novembre.

Anche quest'anno il buon nome del GGN nel Soccorso è stato tenuto alto da Luciano Galimberti (Istruttore Regionale CNSAS) e Juri Bertona (Tecnico CNSAS).

Magazzino

Nessun ammanco significativo... vista la scarsa attività non potrebbe essere altrimenti!

RELAZIONE DEL DIRETTORE SCIENTIFICO

Per quanto concerne l'attività scientifica anche in questo 2017 si conferma un aspetto spiacevole e un po' preoccupante: l'incapacità del GGN di portare avanti progetti propri. L'evidenza è che, ad esclusione delle esplorazioni al Belvedere, siamo quasi sempre inseriti a supporto di progetti più ampi condotti da altri. Questa situazione è probabilmente imputabile al ricambio generazionale praticamente nullo; la nota positiva è che ai pochi speleo novaresi attivi viene sempre riconosciuta notevole preparazione e affidabilità.

Riportiamo ora l'attività di campagna secondo l'usuale ordine geografico.

In *Piemonte* attività discreta: nel "giardino di casa" della Valle Strona e dintorni abbiamo rinvenuto saggi minerari e grotticelle all'Alpe Loccia ed a Nonio; effettuate inoltre alcune battute esterne presso Quarna e al torrente Bagnone. Ricerche idrologiche sono state condotte a Sambughetto, mentre nelle grotte lungo il Bagnone prosegue la collaborazione biospeleologica con Enrico Lana.

Altri lavoretti portati avanti in Piemonte: misure meteoipo alla Grotta della Arenarie (Monte Fenera, VC), battute al Monte Tovo (BI) e rilievo piccole balme a Borgofranco d'Ivrea (TO).



Uscita fotografica alla Grotta Lino (CO).

In *Lombardia* sono state effettuate misure di meteorologia ipogea al Campo dei Fiori (VA), nel sistema Zelbio-Bianchen al Pian del Tivano (CO) ed alle miniere di Arera (BG). Abbiamo poi collaborato a un tracciamento idrologico al Forgnone (Rota Imagna, BG). Ancora in collaborazione con speleo lombardi si è tornati in Val di Lei ed al Pian dei Cavalli (SO) per attività di battuta esterna e rilievo. In Val Rezzallo (Sondalo, SO) sono state rinvenute alcune grotticelle. Finalmente abbiamo rimesso piede nella Grotta del Bosco (o "Pagacella" - Monte Bisbino, CO) per un'occhiata alle morfologie e raccolta di campioni di roccia.

Ridotta attività quest'anno in *Friuli*; proseguimento dello studio delle correnti d'aria con datalogger nella grotta Corona 2 sul Monte Faeit (Cavazzo Carnico, UD) e rilievo ed indagini morfologiche in due miniere della Val Pontaiaba (UD).

In ultimo, nel mese di Agosto alcuni di noi sono tornati in *Bosnia* partecipando al consueto campo del GSB-USB. Attività di battuta esterna e di esplorazione nelle grotte note di Paovici (alt. Rogatica), Pogorelica e Melgi (Prača) e Ledenica (Sokolac).

Fortunatamente sempre fonte di soddisfazioni è l'attività di *speleologia glaciale*: quest'anno al ghiacciaio del Belvedere sono state effettuate diverse uscite che hanno portato al reperimento di tre nuove cavità ed al proseguimento degli studi idrologici mediante tracciamento.

L'*attività di divulgazione* è risultata, come sempre, abbastanza intensa.

Diciassette eventi hanno visto nostri soci raccontare l'attività del gruppo; i principali argomenti sono stati, al solito, le esplorazioni al Belvedere, le recenti spedizioni in Cambogia e gli studi di meteorologia ipogea.

Nel mese di Novembre a Clivio (VA) abbiamo collaborato attivamente come docenti alla realizzazione del corso "Movimento dei fluidi in grotta: traccianti idrologici ed aeriformi", presentando diverse lezioni.

Emeroteca e biblioteca sono sempre abbastanza a posto e in costantemente in crescita

RELAZIONE DEL SEGRETARIO AMMINISTRATIVO

In questo 2017 al Gruppo Grotte Novara si sono aggiunti 4 nuovi membri (speriamo sia di buon auspicio...), raggiungendo così un totale di 46 soci.

L'attività di segreteria è stata molto tranquilla, complice il fatto che non ci sono stati corsi organizzati direttamente dal GGN.

Il sito internet è stato sistemato e rinnovato, con l'inserimento di pagine di promozione dell'attività e di una sezione specificatamente dedicata a "LABIRINTI" che funziona molto bene.

La mailing list di gruppo funziona bene ma è sempre meno frequentata, quasi totalmente soppiantata dal più informale e immediato gruppo WA.

ATTIVITÀ DI CAMPAGNA 2017

- 4/01 Balm dai Fajj - *Chesio (VB)* - Visita
6/01 Linea Cadorna - *Cassano (VA)* - Visita
7/01 Area Laghetto - *Forno (VB)* - Verifica segnalazione. Trovato nulla.
7/01 Grotte di Ravinella - *Forno (VB)* - Visita.
- 26/02 Alpe Frera - *Alpe Loccia (VB)* - Trovate miniere e grotte. Da topografare.
27/02 Om Salvadi - *Nonio Laghetti (VB)* - Trovata e posizionata. Da topografare.
- 2/03 Miniere di Arera - *Arera (BG)* - Analisi e prelievo di aria.
12/03 Torrente Bagnone - *Chesio (VB)* - Verifica affioramenti marmo. Trovato nulla.
- 25/04 Fortificazioni Plans - *(UD)* - Visita con speleo bolognesi e genovesi.
1/04 TM2 - *Timau (UD)* - Visita
9/04 Grotta nel Bosco - *Monte Bisbino (CO)* - Prelievo campioni, analisi morfologie.
- 3-4/05 Fornitori, Nocchie - *Tivano (CO)* - Risalite, explo, rilievo 150 m nuovi.
7/05 Quarna Est - *Quarna Inf. (VB)* - Verifica affioramenti marmo. Trovato nulla.
14/05 Miniera di Cogne - *Cogne (AO)* - Accompagnamento FAI Valle Aosta.
20/05 Benessi - *Bernezzo (CN)* - Esercitazione soccorso.
24/05 Fillar - *Belvedere (VB)* - Visita con scuole medie, esterno.
27/05 Caverna Streghe - *Sambughetto (VB)* - Accompagnamento IPS Vercelli.
27/05 Fillar - *Belvedere (VB)* - Visita con scuole medie, esterno.
- 1/06 Rio Martino - *Crissolo (CN)* - Accompagnamento sc. elementari Novara.
10-11/06 Zelbio, Bianchen - *Zelbio (CO)* - Tracciamento aria con CO₂.
10/06 Gruppetti - *Roccaforte M. (CN)* - Esercitazione soccorso.
17/06 Grotticelle nuove - *Valle di Lei (SO)* - Uscita con speleo lombardi. Rilievo.
18/06 Zona alta Piuro - *Valle di Lei (SO)* - Battuta.
18/06 Grottone - *Valle di Lei (SO)* - Studio morfologie, prelievo campioni.
- 2/07 Piano dei Cavalli - *Campodolcino (SO)* - Trovati ingressi da valutare.
9/07 Crocione Loccia - *Alpe Loccia (VB)* - Ricerca Grotta Partigiani, non reperita.
12/07 Arenarie - *M. te Fenera (VC)* - Misure meteo ingressi. Velocità aria nulla.
13/07 Sambughetto - *Sambughetto (VB)* - Misura portate.
16/07 Piaggia Bella - *Marguareis (CN)* - Visita fino alla confluenza.
22-23/07 Val Rezzallo - *Sondalo (SO)* - Trovate varie grotticelle.
22-23/07 Miniere - *Cogne (AO)* - Visita Miniere.
29/07 Buco del Nido - *Piano d. Cavalli (SO)* - Foto.
30/07 Caverna Streghe - *Sambughetto (VB)* - Visita.
- 7/08 Corona 2 - *Cavazzo C. (UD)* - Misure meteo, posa datalogger.
8-08 Vecchia Miniera - *Val Pontaiba (UD)* - Studio morfologico, prelievo campioni.
10/08 Corona 2 - *Cavazzo C. (UD)* - Visita, ritirato datalogger.
11/08 Grotta Gigante - *Borgo Gigante (TS)* - Visita turistica.
11/08 Galleria di vetta - *Monte Santo (SLO)* - Visita, incompleta.
13/08 Pogorelica - *Prača (BiH)* - Armo, traverso su P 60.
14/08 Pogorelica - *Prača (BiH)* - Concluso traverso su P 60, explo, meteo.
16/08 Forte Roncon - *San Daniele (UD)* - Visita parziale.
17/08 Grotta Melgi - *Canon Praca (BiH)* - Risalita, rilievo, foto.



Strane scoperte al Balmetto di Bos Dessous (AO).

- 18/08 Ledenica - Sokolac (BiH) - Esplorazione oltre sifone. Ambienti particolari.
- 19/08 Altioiani Rogatica - (BiH) - Battuta, ricerca info
- 20/08 Paovici - Alt. Rogatica (BiH) - Explo, fermi su strettoia. Ricerca info.
- 27/08 Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Ricognizione.

- 1/09 Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Battuta, posizionamenti e rilievi.
- 3/09 Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Battuta. Rinvenuto Lochness. Rilievo.
- 6/09 Omo, Donna Selvadeghi - Monte Tovo (VC) - Visita e battuta settore Sud - Est.
- 16/09 Abisso Arrapanui - Briga Alta (CN) - Esercitazione soccorso.
- 24/09 Ghiacciaio Belvedere - Macugnaga (VB) - Battuta.
- 30/09 Lobi Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Ricerca sorgenti, campionamento acqua.
- 30/09 Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Battuta area Gh. Castelnuovo e inghiottitoi.

- 1/10 Gh. Belvedere lobo Est - Macugnaga (VB) - Campionamento acque.
- 1/10 Go l'Osello - Gh. Belvedere (VB) - Explo.
- 4/10 Balmetti - Borgofr. Ivrea (TO) - Battuta, posizionamento, rilievo.
- 12/10 Ciutaron, Ciota Ciara - Monte Fenera (VC) - Rifacimento rilievo con Disto-X.
- 14/10 Go l'Osello - Gh. Belvedere (VB) - Foto e riprese video.
- 14/10 Ghiacciaio Belvedere - Macugnaga (VB) - Posa fluocaptori.
- 14/10 Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Tracciamento Lago Locce, Tre Amici, Monte Rosa.
- 14-17/10 Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Acquisizione tracciamento con captori e fluorimetro.
- 15/10 Gh. Belvedere Grande Inghiottitoio - Macugnaga (VB) - Esplorazione e rilievo.

- 15/10 Ghiacciaio Belvedere - *Macugnaga (VB)* - Recupero fluocaptori.
 21/10 Siti vari - *Gh. Belvedere (VB)* - Recupero fluocaptori.
- 2/11 Arma do Buio - *Final Borgo (SV)* - Visita.
 3/11 Fortezza Priamar - *Savona* - Visita.
 3-4/11 Palestra soccorso - *B. Verezzi (SV)* - Esercitazione.
 4/11 Ghiacciaio Belvedere - *Macugnaga (VB)* - Recupero fluocaptori.
 11/11 Grande Inghiottitoio - *Gh. Belvedere (VB)* - Conclusione explo e rilievo.
 17/11 Lino - *Alpe Viceré (CO)* - Pulizia e foto.
 19/11 Belvedere lobo N - *Gh. Belvedere (VB)* - Campionamento acqua e argille.
 22/11 Bagnone 1, 2, 3, 5, 6 - *Loreglia (VB)* - Ricerche biologiche.
 26/11 Grande Inghiottitoio - *Gh. Belvedere (VB)* - Poligonale esterna. Tempo infame.
 24/11 Forgnone - *Rota Imagna (BG)* - Posa fluorimetro e captori per tracciamento.
 29/11 Bagnone 4, B. Fajj - *Loreglia (VB)* - Ricerca biologica.
- 7/12 Balmetto 14 e 15 - *Arnaud (AO)* - Ricerca, posizionamento, rilievo.
 11/12 Bossea - *Frabosa Sopr. (CN)* - Esercitazione soccorso
 12/12 Arenarie - *M. te Fenera (VC)* - Rilievo 3D con Disto X.
 12/12 Bossea - *Frabosa Sopr. (CN)* - Esercitazione soccorso.
 14/12 Cupoletta e altre - *Campo dei Fiori (VA)* - Misure meteo per tracciamento.
 16/12 Campanile - *Castelletto T. (NO)* - Ricognizione per discesa befana dal campanile.
 24/12 Fronte Belvedere - *Macugnaga (VB)* - Ricognizione.

ALTRE ATTIVITÀ 2017

- 7/02 *Taipana (UD)* - Inventario costituendo laboratorio di idrologia.
 17/02 *Novara* - Assemblea GGN.
 18/02 *Coglio (CO)* - Convegno lombardo: relax. tracciamento aereo Campo dei Fiori (VA).
 4/03 *Varallo (VC)* - Corso di rilievo con Disto X.
 15/03 *S. Cuore (NO)* - Divulgazione speleologia bambini asilo. Entusiasmante!
 18/03 *Garessio (CN)* - Convegno sull'impatto ambientale della speleologia.
 24/03 *Codroipo (UD)* - Serata sulla spedizione 2016 in Cambogia.
 6/04 *Varallo (VB)* - Corso SNS: Meteo e idrologia.
 15-16/07 *Briga Alta (CN)* - Festa 50 anni costruzione capanna Saracco Volante.
 16-17/09 *Taipana (UD)* - Corso SNS-ISS sui traccianti idrologici.
 26/10 *Varese* - Serata sulla grotta 5 in Condotta. Molto interessante!
 1-4/11 *Finale Ligure (SV)* - Convegno internazionale. Relaz. grotte ghiacciaio Belvedere.
 10/11 *Milano* - Serata su grotte glaciali e forre Islanda
 11/04 *Clivio (Va)* - Corso nazionale traccianti aerei e idrologici.
 26 -27/11 *Casola Valsenio (RA)* - Corso "Primo Soccorso e gestione emergenza in grotta".
 30/11 *Varese* - Serata sui traccianti aerei al Campo dei Fiori.
 1/12 *Bellinzago (NO)* - Serata sulle grotte al ghiacciaio del Belvedere.
 9-10/12 *Varallo (VC)* - Assemblea Scuola Nazionale di Speleologia.
 22/12 *Sede* - Tradizionale cena natalizia GGN.

RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ 2018

COMITATO DIRETTIVO

Daniele GIGANTE

Lia BOTTA

Gian Domenico CELLA

Juri BERTONA

Francesca PUCCIO

presidente

direttore tecnico

direttore scientifico

segretario amministrativo

segretario economo

INCARICHI FUNZIONALI

Lia BOTTA

Daniele GIGANTE

Juri BERTONA

Gian Domenico CELLA

Gian Domenico CELLA

emeroteca

biblioteca

magazzino

catasto grotte Piemonte Sud

catasto cavità artificiali

RELAZIONE DEL PRESIDENTE

Cari soci,

tanti auguri a tutti per i nostri primi quarant'anni!!!

Fondato nel 1978 da otto appassionati, il Gruppo Grotte Novara ha spento quest'anno quaranta candeline.

Buona parte dell'attività sociale del 2018 appena trascorso è stata quindi segnata dalle celebrazioni di questa ricorrenza.

Due gli eventi che hanno principalmente impegnato la macchina organizzativa del GGN:

- il pranzo sociale, tenutosi in giugno presso i locali della CEG di Pernate, che ha visto la partecipazione di oltre settanta speleologi novaresi del presente e del passato (e forse anche del futuro...). Abbondanti libagioni e innumerevoli aneddoti e racconti hanno condotto i presenti in un simpatico viaggio attraverso le quattro decadi del GGN.

- il convegno nazionale di speleologia glaciale "**VUOTO e GHIACCIO: speleologia e scienza nelle grotte glaciali italiane**", che ha riscosso un ottimo successo di pubblico e critica (come si direbbe di un bel film...). Da sottolineare la sentita

collaborazione anche di soci che mai hanno calcato i ghiacci del Belvedere, dimostrando un affetto per ogni attività del gruppo che va al di là della partecipazione diretta.

L'impegnativa organizzazione di questi eventi ha avuto un risvolto positivo: aver avvicinato nuovamente al Gruppo numerosi soci, il cui contributo è stato realmente attivo e partecipato. L'aspetto negativo è che lo sguardo di tutti, mio soprattutto, è stato inevitabilmente "rivolto al passato".

Per ultimo, ma non ultimo, desidero rammentare che al gruppo è stato conferito il riconoscimento Macugnaga Monterosa 2018, 6ª edizione, conferitoci dal Comune e dal CAI di Macugnaga.

Ora il tempo dei festeggiamenti è finito, abbiamo ricordato bei momenti e gozzovigliato in allegria... ora è tempo di pensare al futuro, a come attirare nuove leve e comunicare in maniera più moderna con l'esterno... per avere tantissime nuove avventure da raccontare tra altri quarant'anni!

PS: l'arrivo della piccola Laura mi impone piacevolmente di dedicarmi di più alla famiglia. Un grande "in bocca al lupo" ("Viva il lupo!") a chi avrà l'onore di guidare il prossimo Direttivo!

RELAZIONE DEL DIRETTORE TECNICO

Direttore Tecnico... sì, proprio "TECNICO"! Il solo pronunciarlo mi fa sorridere; proprio io che alla tecnica dedico il minor tempo possibile del mio andare in grotta. Tuttavia Paolo, con abile mossa, abbandona l'ambitissima carica ed ora mi tocca relazionare sui trascorsi 360 giorni.

Per incominciare col botto eccovi qualche numero: un "Corso d'introduzione" ed uno "Stage di avvicinamento" hanno portato in gruppo ben... zero persone!

Alla ricerca dei mille e un motivi che possono aver portato a questa situazione ci troviamo a ragionare di differenti assetti pubblicitari e soprattutto del nostro posizionamento nella contemporaneità.

Il 22-23 settembre è stato organizzato un corso, valido come aggiornamento per titolati SNS-CAI, dal titolo "Grotte Glaciali" che ha registrato una trentina circa di partecipanti. La prima giornata è stata dedicata alla partecipazione al convegno ed è terminata con lezioni serali teorico-tecniche in aula. Il giorno successivo si è invece operato sul campo al Ghiacciaio del Belvedere con lezioni di tecnica, sicurezza e geologia.

Al solito, Luciano e Juri sono stabilmente inseriti nell'organico del Soccorso.



Consegna del riconoscimento Macugnaga Monterosa.



Visita ai rifugi antiaerei di Varese.

Magazzino

Fra gli oneri e gli onori di un buon DT c'è anche quello di occuparsi del magazzino: ne approfitto per ringraziare Juri che mi ha dato una bella mano nella riorganizzazione del locale. Il risultato del grosso lavoro di sistemazione è stato che alcuni materiali datati sono stati rottamati e tutta l'immondizia accumulata negli anni, da noi e dal CAI, è stata smaltita.

I numeri del "traffico" di materiale: 67 moschettoni, 55 ancoraggi e 435 metri di corda sono usciti dal magazzino per trascorrere ore piacevoli negli antri bui a rotolarsi nel fango, agli altri è toccato restarsene a casa.

RELAZIONE DEL DIRETTORE SCIENTIFICO

L'evento scientifico principale che ha caratterizzato l'anno 2018 appena trascorso è stato il convegno nazionale di

speleologia glaciale dal titolo **VUOTO e GHIACCIO: speleologia e scienza nelle grotte glaciali italiane**, da noi organizzato per celebrare i quarant'anni dalla fondazione del GGN.

Tenutosi il 22 settembre presso il convento della Fraternità Domenicana di Agognate, si è articolato in tre sessioni con una ventina circa di relatori coinvolti provenienti sia dal mondo speleologico che accademico. L'evento ha riscosso piena soddisfazione dei circa novanta partecipanti.

Al convegno è stata anche presentata una mostra appositamente realizzata sul Ghiacciaio del Belvedere dal titolo **Ghiaccio Effimero**; la stessa è stata poi esposta anche al Castello di Galliate, presso i locali dell'Associazione "La Canonica" di Novara, al convegno internazionale di Casola Valsenio e all'incontro CNSA tenutosi a Saluzzo.

Passiamo ora all'attività sul campo: durante l'anno i membri del gruppo hanno svolto un discreto lavoro di ricerca. Le ore dedicate in tal senso sono state 152 (231 considerando anche le ore di non-soci GGN). A queste vanno sommate 130 ore della consueta intensa attività di speleologia glaciale al Ghiacciaio del Belvedere.

L'aspetto tuttavia più grave è che ormai l'attività svolta dal gruppo è quasi totalmente prestata a progetti gestiti da altri. I gruppi con cui abbiamo maggiormente collaborato sono quelli di Milano, Como, Erba, Tolmezzo ed il raggruppamento informale GPSP (Gruppo Pensionati Speleo e Principianti).

Una schematica sintesi dell'attività scientifica effettuata durante l'anno:

- Tracciamento idrologico del torrente Magiaica (Grignasco, NO).
- Lavori al Monte Fenera (VC), con aiuto di ragazzi dell'ITIS Romagnano Sesia in alternanza scuola/lavoro.
- Campello Monti (Valstrona, VB): iniziato studio sulle ghiacciaie preasore.
- Grotta del Ghiacciaio della Rossa (Alpe Devero, VB): riveduta per raccolta dati da presentare al convegno, trovate alcune altre grotticelle.
- Trou des Romains (Courmayeur, AO): terminato rilievo 3D, circa 2 km lo sviluppo complessivo.

- Tracciamenti meteorologici al Campo dei Fiori (VA).

- Tracciamenti al Monte Dobis (Tolmezzo, UD).

- Grotta Mondo Perduto (UD): rilievo portato fino al terzo pozzo.

Durante l'anno trascorso sono stati pubblicati *LABIRINTI* n° 34 e 35, il n° 36 è in stampa. Il n° 37, che sarà interamente dedicato agli Atti del Convegno di Speleologia Glaciale, è in preparazione.

La biblioteca è aumentata di qualche volume, l'emeroteca ha raggiunto circa 3400 riviste.

RELAZIONE DEL SEGRETARIO AMMINISTRATIVO

I soci GGN in questo 2018 sono stati 45 (30 effettivi e 15 aderenti).

L'attività di segreteria, nonostante il maggior numero di manifestazioni effettuate in relazione al 40° anniversario della fondazione del Gruppo, è rimasta pressoché stabile.

Il gruppo su WA e la mailing list (in misura minore) rimangono gli strumenti principali per la gestione dei contatti con i soci e con associazioni ed enti esterni.

Il sito internet è ora abbastanza aggiornato nella forma e nei contenuti.

ATTIVITÀ DI CAMPAGNA 2018

- 5/01 Grotta Ebony - *Ebony (AO)* - Visita, verifica catastale.
10/01 Grotta di Bossea - *Frabosa Soprana (CN)* - Esercitazione CNSAS.
11/01 Grotta di Bossea - *Frabosa Soprana (CN)* - Esercitazione CNSAS.
11/01 Torrente Magiaiga - *Ara (VC)* - Misure idrologiche.
12/01 Sistema Cupoletta - *Campo dei Fiori (VA)* - Tracciamento con CO₂.
12/01 Abisso Scondurava - *Campo dei Fiori (VA)* - Armo e foto.
14/01 Abisso Scondurava - *Campo dei Fiori (VA)* - Foto.
16/01 Sistema Cupoletta - *Campo dei Fiori (VA)* - Recupero data-logger.
18/01 Torrente Magiaiga - *Ara (VC)* - Misure idrologiche, tracciamento.
23/01 Torrente Magiaiga - *Ara (VC)* - Misure idrologiche, cambio captori.
27/01 Buco della Volpe - *Cernobbio (CO)* - Accompagnamento scout.
- 1/02 Torrente Magiaiga - *Ara (VC)* - Recupero captori.
1/02 San Quirico - *Monte Fenera (VC)* - Battuta esterna.
5/02 Grotta Lucky Strike - *Campo dei Fiori (VA)* - Rilevamento CO₂ ambientale.
11/02 Rifugi Antiaerei - *Varese (VA)* - Visita promozionale.
11/02 Antro delle Gallerie - *Valganna (VA)* - Visita promozionale.
11/02 Grotta Lucky Strike - *Campo dei Fiori (VA)* - Recupero datalogger.
14/02 Miniere di Oneglie - *Andorno Micca (BI)* - Visita.
- 4/03 Grotta Tacchi - *Zelbio (CO)* - Uscita corso.
8/03 Voragine Tre Amici - *Civiasco (VC)* - Visita.
10/03 Grotta Arenarie - *Monte Fenera (VC)* - Armo.
11/03 Palestra roccia - *Varallo Sesia (VC)* - Esercitazioni corso.
14/03 Caverna Streghe - *Sambughetto (VB)* - Ritiro materiali, verifiche catastali.
15/03 Grotta Arenarie - *Monte Fenera (VC)* - Corso armi chimici.
18/03 Grotta Arenarie - *Monte Fenera (VC)* - Corso armi chimici.
22/03 Grotta di Tassere - *Caprile (VC)* - Visita, prelievo campioni.
24/03 Abisso Savona - *Toirano (SV)* - Uscita corso.
25/03 Grotta Carnabuggia - *Toirano (SV)* - Uscita corso.
29/03 Diaù, Diaùlin, Locce - *Luzzogno (VC)* - Revisioni, nuova grotta, biospeleologia.
- 1/04 Batteria Vallalta - *Monte San Martino (VA)* - Visita fortificazioni settore SE.
8/04 Monte Dobis - *Caneva di Tolmezzo (UD)* - Posa captori, misura portate.
10/04 Monte Dobis - *Fusea (UD)* - Posa captori, misura portate.
12/04 RoggiaTolmezzo - *Tolmezzo (UD)* - Test con Easy Flow CGEB.
14/04 Monte Dobis - *Caneva di Tolmezzo (UD)* - Cambio captori, misura portate.
14/04 Monte Dobis - *Fusea (UD)* - Doppio tracciamento.
15/04 Grotta Cycnus - *Toirano (SV)* - Esercitazione CNSAS.
19/04 Ciutarun, Ciota Ciara - *Monte Fenera (VC)* - Visita didattica con ITIS Borgosesia.
22/04 Gh. Belvedere - *Macugnaga (VB)* - Visita invernale, foto.
24/04 Ciota Ciara e altre - *Monte Fenera (VC)* - Visita didattica con ITIS Borgosesia.
28/04 Villaggio minerario - *Val Quarazza (VC)* - Ricerca miniere (non trovate...)
30/04 Caverna Streghe - *Sambughetto (VB)* - Accompagnamento.
- 2/05 Pozzo V. Miglio - *Bellinzago (NO)* - Ispezione.
3/05 Pozzo V. Miglio - *Bellinzago (NO)* - Bonifica.
4/05 Pozzo V. Miglio - *Bellinzago (NO)* - Bonifica.

- 6/05 **Caverna Zorro - Albavilla (CO)** - Armo e foto.
- 10/05 **Caverna Streghe - Sambughetto (VB)** - Giro completo, biospeleologia.
- 12/05 **Caverna Streghe - Sambughetto (VB)** - Visita con ASL.
- 12/05 **Grotta Carnabuggia - Toirano (SV)** - Esercitazione CNSAS
- 17/05 **C. Ciara, Bondaccia - Monte Fenera (VC)** - Visita didattica con ITIS Borgosesia.
- 21/05 **Grotta Allume - Vulcano (ME)** - Visita, recintata.
- 27/05 **Miniera Val Toppa - Pieve Vergonte (VB)** - Visita (X° Giornata Nazionale Miniere).
- 31/05 **Balme du Glace - La Salle (AO)** - Verifiche, explo tre nuove grotte.
-
- 7/06 **Chiesa Colletta - Fornero (VB)** - Visita gallerie.
- 16/06 **Rio Molinar - Taipana (UD)** - Esercitazioni tracciamento.
- 17/06 **Rio Molinar - Taipana (UD)** - Esercitazioni tracciamento.
- 19/06 **La Busate - Sauris di Sotto (UD)** - Verifica sinkhole, foto.
- 20/06 **Mondo Perduto - Cjaserute (UD)** - Rilievo fino al 4° pozzo.
- 23/06 **Naso delle MG - Plotckenpass (Austria)** - Visita fortificazioni AU dell'area.
- 27/06 **Böck dai Faj - Chesio (VB)** - Biospeleologia.
-
- 1/07 **Area Pojala - Pojala (VB)** - Visita con CAI Verbania - Grotta chiusa.
- 4/07 **Miniere Campello - Campello Monti (VB)** - Visita, biospeleologia.
- 8/07 **Miniere Balma - Campello Monti (VB)** - Visita e posizionamento miniere Ni.
- 8/07 **Grotta Mollaci - Morterone (LC)** - Disostruzione.
- 14/07 **Val Rezzalo - Bormio (SO)** - Battuta esterna e scavo.
- 15/07 **Marmi Bormio - Bormio (SO)** - Battuta esterna, trovati buchetti.
- 20/07 **Collina di Graz - Graz (Austria)** - Visita rifugi antiaerei SS.
- 21/07 **Grotta Mottera - Frabosa Soprana (CN)** - Intervento soccorso.
- 22/07 **Grotta Mottera - Frabosa Soprana (CN)** - Intervento soccorso.
- 23/07 **Grotta Mottera - Frabosa Soprana (CN)** - Intervento soccorso.
- 23/07 **Ponte di Pinzano - Pinzano (UD)** - Visita fortificazioni.
- 28/07 **Fortezza Kirchberg - Città di Lussemburgo** - Visita sotterranei.
- 29/07 **Ghiacciaio Rossa - Alpe Devero (VB)** - Ricognizione (tutto chiuso...).
-
- 2/08 **Monte Rosso - Oropa (BI)** - Ver. catasto, trovata nuova grotticella.
- 4/08 **Preasore - Campello Monti (VB)** - Ricerca preasore (frigo naturali).
- 7/08 **Belvedere - Macugnaga (VB)** - Grotte nel nevaio NW, biospeleologia.
- 9/08 **Grotta di S. Angelo - Morro Reatino (RI)** - Controllo rilievo.
- 10/08 **Pozzo del Tuf - Zebio (CO)** - Posa acquisitori di livello.
- 14/08 **Trou du Diable - Chapy (AO)** - Visita.
- 17/08 **Caverna Streghe - Sambughetto (VB)** - Visita, biospeleologia.
-
- 2/09 **Grotta del Caudano - Frabosa Sottana (CN)** - Visita.
- 6/09 **Trou des Romains - Sapy (AO)** - Rilievo 3D settore NE.
- 7/09 **Grotta Tacchi - Zebio (CO)** - Foto oltre sifoni.
- 8/09 **Grotta della Rossa - Alpe Devero (VB)** - Esplorazione, rilievo e foto.
- 9/09 **Miniere di Fond de Gras - Petange (Lussemburgo)** - Visita.
- 15/09 **Piaggia Bella - Briga Alta (CN)** - Esercitazione CNSAS.
- 16/09 **Gh. Belvedere - Macugnaga (VB)** - Preparazione uscita corso.
- 19/09 **Grotta della Rossa - Alpe Devero (VB)** - Nuova grotta a N. Rilievo, biospeleo.
- 22/09 **Aqua Tunnel - Città di Lussemburgo** - Visita a rifugio nucleare.
- 23/09 **Gh. Belvedere - Macugnaga (VB)** - Uscita corso "Grotte glaciali".
- 24/09 **Gh. Belvedere - Macugnaga (VB)** - Ricerca ingressi area O.
- 26/09 **Gh. Belvedere - Macugnaga (VB)** - Accompagnamento scuole Bellinzago.



Grotta della Rossa (VB): ingresso 2018.

- 27/09 Trou des Romains - Sapy (AO) - Rilievo 3D, posizionamenti con ARVA.
- 13/10 Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Battuta.
- 14/10 Go-Lia - Gh. Belvedere Macugnaga (VB) - Esplorazione, rilievo, foto.
- 17/10 Miniera Corindone - Val Sessera (BI) - Verifica catastale, battuta esterna.
- 24/10 Caverna Streghe - Sambughetto (VB) - Accomp. geologa parco Sesia, biologia.
- 27/10 Caverna Streghe - Sambughetto (VB) - Ricognizione.
- 3/11 Sistema Acquaviva - Brisighella (RA) - Intervento soccorso.
- 23/11 Gh. Belvedere - Macugnaga (VB) - Ricognizione.
- 28/11 Grotta Bercovei - Sostegno (BI) - Visita con geologa Parco V. Sesia.
- 28/11 Torrente Magiaiga - Ara Grotte (VC) - Ricogn. con geologa Parco V. Sesia.
- 6/12 Tana dell'Armittu - Monte Fenera (VC) - Verifiche catastali.
- 12/12 Pozzo Giovanni - Monte Fenera (VC) - Battuta: trovato!
- 16/12 Varie - Campo dei Fiori (VA) - Revisione catastale
- 29/12 Grotta Rechantier - Perloz (AO) - Ricerca cavità. Trovata nuova grotta.
- 29/12 Balmetti - Dessouz, Place de Là (AO) - Trovati 4 balmetti, cisterna, coppelle.
- 30/12 Preasore - Campello Monti (VB) - Misure meteo.

ALTRE ATTIVITÀ 2018

- 26/01 *CAI Verbania (VB)* - Serata sulle grotte del VCO con CAI Verbania.
24-25/02 *Peveragno (CN)* - Corso Armi chimici, assemblea AGSP.
29/02 *Sede* - Assemblea GGN.
16/03 *Romagnano S.* - Lezione meteo-idro.
28/03 *Novara* - Conferenza Est Sesia, Le Acque di Novara.
13/04 *Taipana (UD)* - Analisi tracciamenti Campo Bonis.
15/04 *Trieste* - Convegno speleologia FVG e relativa mostra.
27/04 *Sede* - Serata sui Nodi con gruppo Volpi.
9/06 *Pernate (NO)* - Pranzo 40° GGN.
16-17/06 *Taipana (UD)* - Corso Traccianti idrologici.
17/06 *Lab. Idrologia Taipana* - Analisi captori tracciamento Dobis.
14/07 *Capanna Morgantini (CN)* - Festa 60 anni GSAM Cuneo.
16/08 *Macugnaga (VB)* - Serata de "Il Rosa", grotte e miniere del VCO.
18/08 *Macugnaga (VB)* - Consegna premio "Macugnaga-Monte Rosa" al GGN.
31/08 *Taipana (UD)* - Verifiche strumentali, discusso statuto ass. idrologica.
31/08 *Tolmezzo (UD)* - Presentazione primi risultati tracciamenti Monte Dobis.
22/09 *Agognate (NO)* - Convegno *VUOTO* e *GHIACCIO* organizzato dal GGN.
22/09 *Agognate (NO)* - Mostra GGN *Ghiaccio Effimero*.
22-23/09 *Agognate (NO)* - Corso regionale *Grotte Glaciali* organizzato dal GGN.
6/10 *Taipana (UD)* - Stage fluorimetria.
6-14/10 *Castello Galliate (NO)* - Mostre GGN e 40 anni.
24/10 *Museo Borgosesia (VC)* - Incontro archeologico sul Fenera.
27-28/10 *Centro Culturale La Canonica Novara* - Mostre GGN *Ghiaccio Effimero* e 40 anni.
1-04/11 *Casola Valsenio (RA)* - Incontro int. Nuvole2018. Mostra *Ghiaccio Effimero*.
8-9/12 *Trieste* - Assemblea Scuola Nazionale di Speleologia.
13/12 *Ornavasso (VB)* - Presentazione grotte glaciali al CNSA Ornavasso.
21/12 *Sede* - Cena di Natale GGN.



Trou Du Diable (AO).

Soci GGN

Alberto AGNESINA	TRECATÉ	349-1690976	alberto_agnesina@libero.it
Marcella BALLARA	NOVARA	328-6352011	marcellaballara@gmail.com
Stefania BERTOLASI	VERBANIA	347-9970775	niky.bs@libero.it
Juri BERTONA	NOVARA	347-4757016	juri.bertona@gmail.com
Ferdinando BIANO	VESPOLATE	331-2439125	bianof@alice.it
Paolo BOLZONELLO	NOVARA	339-2671721	paolo.bolzonello@libero.it
Lia BOTTA	NOVARA	348-7646299	lialiascia@gmail.com
Sara BOTTA	BELLINZAGO N.	0321-986933	sarafab66@gmail.com
Valerio BOTTA	BELLINZAGO N.	0321-986933	
Enrico CAMASCHELLA	NOVARA	347-7956119	enrico@enicocamaschella.it
Giacomo CAPETTA	NOVARA		
Letizia CAPORUSSO	TRENTO	338-6211816	letizia_caporusso@hotmail.com
Filippo CARUSO	BOLOGNA	338-6434114	filippo.caruso@gmail.com
Gian Domenico CELLA	NOVARA	347-3651499	cellagd@hotmail.com
Mariarosà CERINA	TRECATÉ	0321-777452	m.cerina@virgilio.it
Gianni CORSO	NOVARA	342-5195225	gianni1.corso@gmail.com
Vittoria DE REGIBUS	NOVARA	347-1067893	vittoria.der@gmail.com
Valeria DI SIERO	NOVARA	335-7329830	disiero@live.it
Rosella FAVINO	TRECATÉ	349-6358406	rfavino@gmail.com
Giulio FERRARI	CASNATE - BERNATE	340-1157384	ferrarijulio@hotmail.it
Francesco FIORETTI	ARMENO	349-3980727	info@buonisentieri.com
Luciano GALIMBERTI	ALZATE DI MOMO	347-3059740	galimberti.speleo@libero.it
Marco GALIMBERTI	ALZATE DI MOMO	331-9577061	galimba96@gmail.com
Paolo GALIMBERTI	ALZATE DI MOMO	0321-925013	
Massimo GALLETTI	BEURA CARDEZZA	328-3249974	massimo.galletti1z1z@alice.it
Arianna GIGANTE	GALLIATE		
Daniele GIGANTE	GALLIATE	340-4898770	daniele.gigante4@gmail.com
Laura GIGANTE	GALLIATE		
Angela GUIGLIA	BELLINZAGO N.	0321-986933	
Fiorenzo GUIGLIA	BELLINZAGO N.	333-8782291	fiorenzo.guiglia@gmail.com
Vittorio LUZZO	LAMEZIA TERME	338-8384295	
Riccardo MAFFONI	GALLIATE	349-0753261	riccardo.maffoni@fastwebnet.it
Alex MANCIN	OLEGGIO	347-6934841	alex Mancin@alice.it
Katia MAUCERI	NOVARA	339-4187654	katia.mauceri@libero.it
Martina MAZZETTA	NOVARA	342-0681115	marti279@live.it
Roberto MAZZETTA	NOVARA	331-1018531	Roberto.Mazzetta@bancopopolare.it
Iliaria MORMINO	BOLOGNA	338-6124996	ilaria.mormino@gmail.com
Giovanni PAVESI	CASALVOLONE	338-6473561	giopavesi@adslnocable.it
Marco PIROLA	NOVARA	347-4627979	marcopirola64@gmail.com
Silvia POMONI	ALZATE DI MOMO	339-7827382	silvia.pomoni@compass-group.it
Francesca PUCCIO	NOVARA	339-8154742	francesca.puccio@gmail.com
Silvia RAIMONDI	NOVARA	339-1219006	birtzu@hotmail.com
Marco RICCI	NOVARA	0321-189 2753	riccimontironi@libero.it
Claudio SCHIAVON	TOLMEZZO	335-434728	claudioschiavon@yahoo.it
Chloé TEUWISSEN	NOVARA		
Guy TEUWISSEN	NOVARA	328- 3313447	g.teuwissen@gmail.com
Roberto TORRI	NOVARA	3403358738	geolroby@hotmail.com
Deborah VENEZIAN	NOVARA	340-2889042	deborah.venezian@yahoo.it

Supplemento a **CAINOVARA** n. 67 - Giugno 2020
Autorizzazione del tribunale di Novara n°17-86 del 17-7-1986
Direttore responsabile: Boris Cerovac
Poste Italiane Spa - Spedizione in abbonamento postale D.L. 335/2003
(conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 2, D.C.B. - Novara
Tipografia: La Terra Promessa Soc. Coop Sociale Onlus
Viale Luigi Gherzi, 1 - 28100 Novara

Impaginazione: Cristina Ciapparelli

INDIRIZZO / ADDRESS / ADRESSE

Gruppo Grotte Novara CAI
vicolo Santo Spirito, 4
(I) 28100 Novara

Telefono e fax / *Phone and fax:* **0039 (0)321 - 625.775**

E-mail: info@gruppogrottenovara.it

Sito internet: <http://www.gruppogrottenovara.it>

Nel sito Internet trovate:

- elenco delle associazioni e degli enti che hanno ricevuto l'ultimo numero
- indirizzo delle associazioni e degli enti ove è consultabile la rivista

You will find on our Internet site:

- where you can read *Labirinti* (public libraries, clubs, organizations, etc.)
- who received the last issue of *Labirinti* (organizations, etc.)

Le fotografie e i disegni appartengono agli autori dell'articolo, salvo diversa indicazione:

Lorenzo Ambrosino: 34
Marcella Ballara: 23
Giovanni Belvedere: 5
Umberto Bocca: 2
Lia Botta: 26, 49, 65
Gian Domenico Cella: 47, 61, 69, 77
Enrico Lana: 7, 14
Roberto Mazzetta: 66, 73
Paola Nalin: 72
A. Pastorelli: 78
Silvia Raimondi: 9, 12
Silvia Zaccherini: 59b
Federazione Speleologica Toscana: 48
dal sito della Boegan: 43
da *Karst Worlds* (9/10/2011): 41

Stampato con il parziale contributo della **Associazione Gruppi Speleologici Piemontesi Onlus (AGSP)**



Supplemento a CAINOVARA 67 - Giugno 2020
Spedizione abb. postale D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1 comma 2, D.C.B. - Novara
In caso di mancato recapito, restituire a: Gruppo Grotte Novara CAI - Vicolo Santo Spirito, 4 - (I) 28100 Novara

LABIRINTI

FVBBIMLI

RICAVARE LE DIMENSIONI DI UNA GROTTA DALLE MISURE METEO (Pag. 40) - APPENDICI

APPENDICE A

Il calcolo di Giovanni



Giovanni è partito dalla legge di Boyle¹ $\frac{dP}{dV} = \frac{P}{V}$ con V = volume grotta (m^3), dP = variazione di pressione che causa una variazione di velocità del vento (Pa), P = pressione di partenza (Pa), dV = variazione di volume causata dalla variazione di pressione (m^3). In sostanza si tratta di usare un anemometro per misurare la variazione di velocità conseguente della variazione di pressione (registrata da un misuratore di pressione), si calcola il tempo per cui dura questa anomalia e con un po' di matematica si ricava velocemente la dimensione della grotta, vediamo come.

$V_{grotta} = \frac{PdV}{dP}$, il calcolo di dV si ottiene sapendo che $dV = A \frac{dv}{dt}$, con A = sezione del punto di misura (ingresso) (m^2), dv = variazione di velocità nel periodo considerato (m^3), dt = secondi passati durante il periodo di riferimento, mentre dP si legge sul barometro (Pa), dt invece è il periodo di riferimento in cui si ha lo sbalzo di pressione. Tutto molto semplice, matematicamente, più difficile trovare il momento per fare queste misure. Si tratta di aspettare che le previsioni diano

¹Boyle (1627-1691) chimico, fisico, inventore, teologo, filosofo e naturalista irlandese. Nel 1661 pubblicò il suo famoso libro *The sceptical chymist* in cui Boyle dimostrò che non c'erano prove sperimentali a sostegno delle idee di Aristotele che considerava ogni materia formata dalle quattro sostanze elementari, terra, aria, acqua e fuoco. Per Boyle la materia era formata da particelle e tutte le sostanze erano costituite da atomi diversi.



l'arrivo di una perturbazione, e a questo punto mettersi lì ad aspettarla facendo le misure. Sarebbe bene ripetere le misure almeno un paio di volte per ottenere un minimo di risultato statistico medio.

APPENDICE B

Il calcolo dei coniugi Conn (Herb&Jan)

Il calcolo è un po' laborioso, ma tutto sommato semplice. Si considera che la

massa d'aria presente nella grotta sia $M = \frac{\rho_a V P}{P_a}$, che deriva sempre dalla legge di Boyle ovvero $\frac{M}{M_a} = \frac{P}{P_a}$, con $\frac{M_a}{V_a} = \rho_a$. Il suffisso a indica la pressione di riferimento prima della variazione di pressione. Si prende quindi la legge iniziale e gli si applica il calcolo differenziale per cui la formula, usando la variazione temporale, diventa:

$$\frac{dM}{dt} = \frac{\rho_a V}{P_a} \frac{dP}{dt}$$

ora dividendo per ρ_a , al primo membro ci troviamo Q il flusso di arie entranti/uscenti (m^3/s), da cui $V = \frac{QP_a}{\frac{dP}{dt}}$, tutti termini oggi facilmente misurabili, a quel tempo (anni sessanta) ahimè con i pennini ad inchiostro ed i rotoli di carta da installare in grotta, in posti che d'inverno vanno spesso sotto zero, non è stato per nulla facile e le misure si sono protratte per anni con incredibili catastrofi.



Loro ovviamente non si accontentavano di calcolare i volumi della grotta ma anche la forma, per cui hanno fatto varie simulazioni per vedere la forma risultante in funzione dei calcoli, hanno fatto simulazioni di una grotta sferica, a

sfere connesse, a tubo... Giovanni aveva usato anemometri tridimensionali e datalogger ad alta efficienza, altri tempi si direbbe.

APPENDICE C

Il calcolo adiabatico

Il lavoro compiuto è uguale a quello di un'espansione ovvero $W=PdV$, che a sua volta è uguale, usando la legge dei gas perfetti $PV=nRT$ che ci porta a questa nuova formula $PdV = nRT \frac{dV}{V}$, che a sua volta richiamando la formula del lavoro in termini di variazione di temperatura $dQ = n\mu c_v dT$ diventa:

$$nRT \frac{dV}{V} = n\mu c_v dT$$

Un'equazione differenziale abbastanza banale che si integra facilmente

$$\int_{V_1}^{V_2} \frac{R}{V} dV = \int_{T_1}^{T_2} \frac{\mu c_v}{T} dT \rightarrow \frac{\mu c_v}{R} \log\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

Dalla sua forma, si può immediatamente notare che la variazione di temperatura è proporzionale alla variazione di pressione, per cui aumentando la pressione aumenta la temperatura, come ben sappiamo quando andiamo a sciare in montagna e non al mare. Se invece di focalizzarci sull'equazione che lega la temperatura alla pressione, cerchiamo quella tra pressione e volume, la si ottiene sempre passando dall'equazione dei gas ideali $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1}$ che possiamo utilizzare per le grotte:

$$\frac{\mu c_v}{R} \log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = -\left(1 + \frac{\mu c_v}{R}\right) \log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

Ora $V_2 = V_1 + dV$ per cui con facili passaggi si giunge all'equazione per ricavare il volume di una grotta misurando la variazione di pressione e quella del volume d'aria transitato:

$$V_1 = \frac{dV}{\frac{P_2}{P_1}^{-\frac{\mu c_v}{1+\mu c_v}} - 1}$$

APPENDICE D

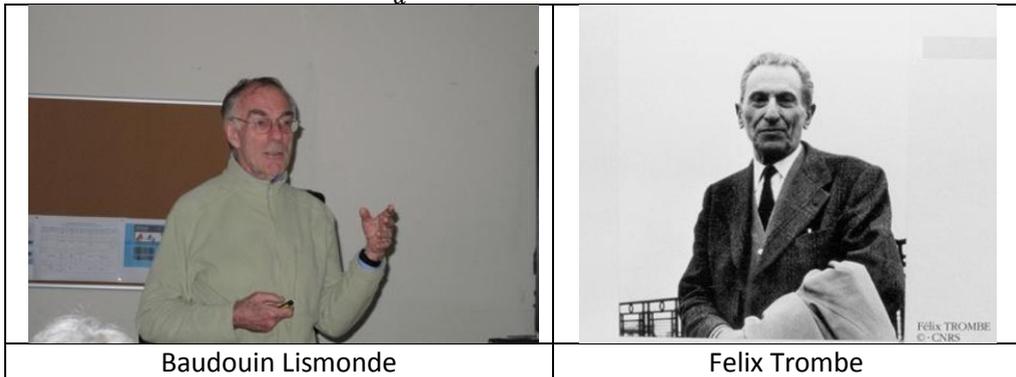
Il calcolo di Trombe

Lismonde (Lismonde, La respiration des cavernes, 1995) rilegge il famoso articolo di Trombe (Trombe, 1947) in cui descrive i risultati delle sue misure. Lismonde non fu il primo a tentare di interpretare i calcoli del Trombe, ci provarono prima di lui Mangine e Andrieux nel 1988, anche loro con molta difficoltà.

Comunque concettualmente il processo è semplice anche se ci sono dei punti non cristallini.

Si parte dalla considerazione che ci sia un flusso isoterma e laminare (entrambe assunzioni discutibili ma che rendono facili i calcoli). La portata misurata è una variazione di massa nel tempo $q=dM/dt$. La massa è esprimibile come densità per volume e quindi per la legge di Mariotte $M = \frac{\rho_a V P}{P_a}$, con ρ_a e P_a riferiti ai valori esterni iniziali. La portata nell'ipotesi di linearità è proporzionale alla differenza di pressione quindi $q = \frac{P-P_{ext}}{R}$ con R resistenza di flusso. Si imposta quindi l'equazione differenziale:

$$\frac{\rho_a V dP}{P_a dt} = - \frac{(P - P_{ext})}{R}$$



L'integrazione di questa equazione ci dà:

$$P = P_{ext} + (P_0 - P_{ext})e^{-\frac{P_a t}{\rho_a V R}}$$

E quindi anche per q avremo:

$$q = q_0 e^{-\frac{P_a t}{\rho_a V R}}$$

Con $q_0 = (P_{ext} - P_0)/R$

Il volume cercato si esprime come:

$$V = \frac{q_0}{k \rho_0} \frac{\rho_0}{\rho_a} \frac{P_a}{P_{ext} - P_0}$$

Con $k = \frac{P_a}{\rho_a V R}$. Il primo termine al secondo membro (in rosso) risulta essere il volume d'aria misurato uscito durante il periodo di test mentre il secondo termine al secondo membro è la portata in uscita, i valori di pressione sono quelli riportati nel grafico iniziale a pag. 2. Consiglio di leggere tutto l'articolo di Lismonde citato

in quanto lui fa il calcolo molto più realisticamente considerando il flusso delle arie turbolento ottenendo la seguente equazione:

$$dV = \frac{q_0}{k\rho_0}$$

$$\text{con } k = \frac{P_a}{2\rho_a VR\sqrt{(P_0 - P_{ext})}} \neq \frac{P_a}{\rho_a VR} \text{ come considerato precedentemente}$$

Che porta ad un aumento del volume della grotta di circa il 40%

APPENDICE E

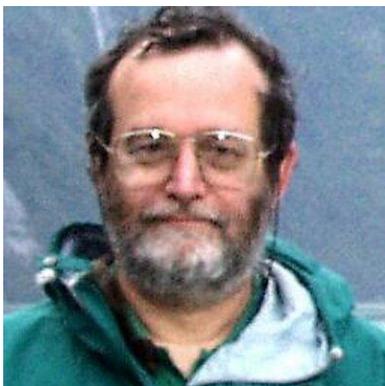
Il calcolo di Adriano Vanin

Partendo dalla formula iniziale:

$$dP = g\rho_{int}dz - g\rho_{ext}dz$$

con la densità dell'aria indicata come $\rho_{ext} = \frac{\mu_{ext}P}{RT_{ext}}$ e $\rho_{int} = \frac{\mu_{int}P}{RT_{int}}$. Queste quantità sono difficili da misurare per cui vengono approssimate secondo questa regola $\rho_{int} = \frac{\mu_{ext}P}{RT_{virtuale}}$ con il vantaggio di considerare l'aria di grotta sempre in saturazione, e quindi invece di usare la temperatura misurata si usa la temperatura misurata corretta per tenere conto dell'umidità relativa di grotta al 100%. La $T_{virtuale} = T(1 + 0,375 \frac{p_v}{P})$ con p_v pressione di vapore, che si calcola conoscendo la temperatura di riferimento in gradi Kelvin. A questo punto mettiamo tutto assieme ed integriamo:

$$dP = gC_i \int_0^{w+z_0} \frac{P - wr_i}{T_{0i} - wq_i} dw - gC_e \int_0^{w+z_0} \frac{P - wr_e}{T_{0e} - wq_e} dw$$



Con C_i e C_e costanti, $w=z-z_0$ (m), P =pressione esterna (Pa), r_i e r_e = gradienti di temperatura interno ed esterno °K/m, q_i e q_e = gradienti di pressione interno ed esterno (Pa/m). L'integrale risultante è tutto tranne che una cosa facile da gestire (onore a chi l'ha calcolato) che da la seguente soluzione

$$\begin{aligned}
 dP = gC_i & \left(\frac{P_{0i}}{q_i} \left(\log(T_{0i}) - \log(T_{0i} - zq_i) \right) \right. \\
 & \left. + \frac{r_i}{q_i^2} (zq_i + T_{0i} \log(T_{0i} - zq_i) + T_{0i} \log T_{0i}) \right) \\
 & - gC_e \left(\frac{P_{0e}}{q_e} \left(\log(T_{0e}) - \log(T_{0e} - zq_e) \right) \right. \\
 & \left. + \frac{r_e}{q_e^2} (zq_e + T_{0e} \log(T_{0e} - zq_e) + T_{0e} \log T_{0e}) \right)
 \end{aligned}$$

come si vede da questa espressione non è possibile estrarre w in funzione di dP misurato, per cui si procede per tentativi successivi con un programma iterativo.

Maurizio Miragoli
25 dicembre 2019