

ALFREDO BINI* e ALBERTO PELLEGRINI*

APPUNTI SULLA MORFOLOGIA DELLA GROTTA MASERA 2213 Lo-Co (Como)

SUMMARY - *Some remarks on the morphology of the cave «Masera» 2213 Lo-Co (Como, Italy)*

The Masera cave is a temporary overflow spring situated on the eastern side of the western branch of the Como Lake. The cave hydrology has already been studied in a previous work (Cappa 1970). Only the morphology and the structure of the cave are considered in the present paper.

It appears from the structural analysis that the cave develops mainly along the bedding-planes with a dip N 5° E and with a lesser frequency at the junction of groups of joints. The general morphology of the cave is rather uniform because it is a bedding-cave with a quadrangular cross-section. The morphology of details, on the contrary, is very rich with different forms. Among these the most interesting are:

- Bedding plane anastomoses and ceiling channels whose genesis is related to breakdown events. The channels are very frequent and cross the ceiling of passages disappearing into the rock wall.
- Underground karren due to water during floods.
- Scallops showing the existence of fast flowing water.
- Glacial and alluvial deposits which partially filled the cave for long times.
- Ripple-marks and other beach features due to flood waters.
- Different kinds of dendritic surge marks and erosional rills.
- Thin deposits of manganese on pebbles and formations. Sometimes these films are partially eroded.

From the morpho-structural analysis some information on the speleogenesis and the recent evolution of the cave during the Quaternary is obtained. According to the results reported in this paper the Masera cave (m 329 above sea level) appears to be already existing before the occurrence of the Quaternary glaciations. The glaciations had a minor influence on the cave morphology.

La Grotta Masera, 2213 Lo-Co è già stata oggetto di una pubblicazione nel 1970 da parte di G. CAPPÀ. In quel lavoro, dopo una descrizione prettamente speleologica, è stata trattata l'idrologia del sistema. In un lavoro successivo Bini e Vanin (1974) riprendevano di sfuggita l'argomento indicando nel Piano di Nesso il probabile bacino di assorbimento della Masera (fig. 1). Nel 1977 è stato condotto uno studio geomorfologico della cavità; in particolare sono state esaminate alcune forme particolari (Bini, Gori 1977; Bini, Cappa 1980; Bini, Cappa, Pellegrini in stampa) e la morfologia generale della prima parte della grotta, essendo temporaneamente ostruito il sifone pensile. I dati citati sulla parte di cavità oltre tale sifone derivano dalle nostre osservazioni effettuate durante le esplorazioni degli anni passati (1968/70).

Dati catastali delle cavità citate

Grotta Masera 2213 Lo-Co, Nesso, Careno, Cascina Pecavra, tavoletta 32 IV SE, coordinate: 3°17'49" S, 45°53'56" N, quota 361 m s.l.m., sviluppo 890 m, dislivello —124 m +30 m.

Büs di Sperèn 2019 Lo-Co, coordinate 3°17'52" S, 45°53'57" N, quota 329 m s.l.m., sviluppo 38 m, dislivello +5 m.

* Gruppo Grotte Milano SEM-CAI; Società Speleologica Italiana.

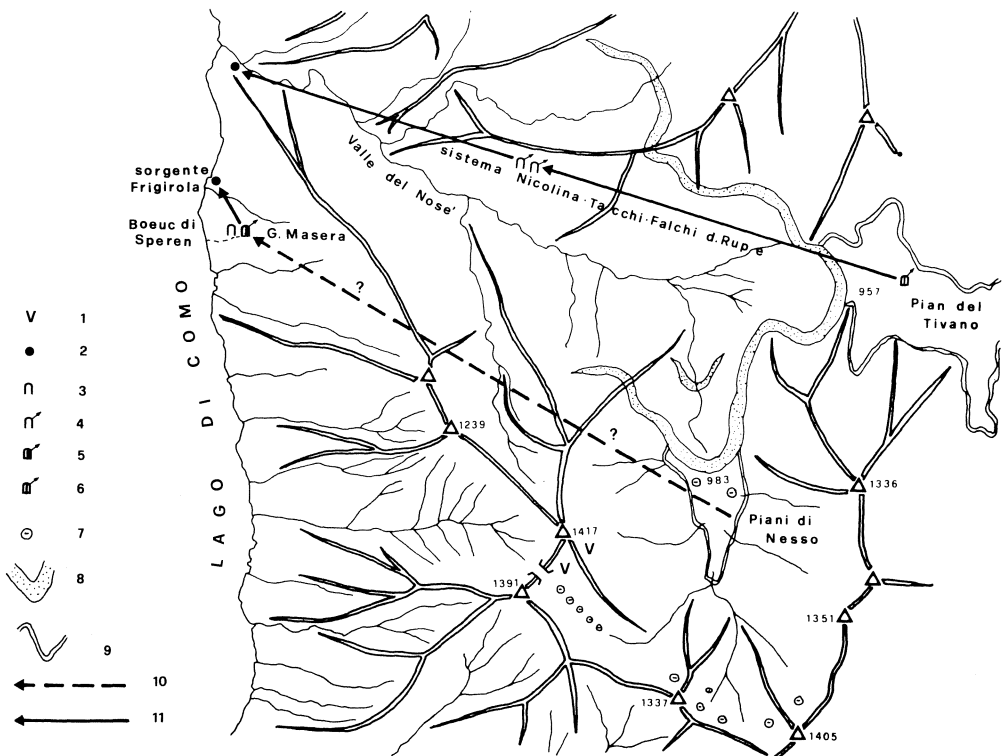


Fig. 1 - Schizzo topografico della zona di alimentazione della grotta Masera. 1 = pozzo; 2 = sorgente perenne impenetrabile; 3 = grotta orizzontale inattiva; 4 = grotta orizzontale con corso idrico perenne interno ed ingresso inattivo; 5 = grotta orizzontale emittente temporanea con corso idrico perenne interno; 6 = grotta orizzontale assorbente temporanea con corso idrico perenne interno; 7 = dolina; 8 = Morene; 9 = limite dei polje di sbarramento; 10 = collegamenti idrici presunti; 11 = collegamenti idrici accertati con colorazione.

1) GEOLOGIA E ANALISI STRUTTURALE DELLA CAVITÀ

La Grotta Masera si sviluppa interamente nel Calcarea di Moltrasio del Lias inferiore. Si tratta di un calcarea marnoso grigio, biomicritico, con lenti e noduli di selce, molto compatto ed omogeneo, che non presenta variazioni litologiche rilevanti per tutta la lunghezza della cavità.

La stratificazione è sempre evidente, con potenza di circa $20 \div 30$ cm. La Masera si sviluppa nel fianco sud della sinclinale della Valle del Nosé, il cui asse ideale ha direzione di circa N 100° E. Gli strati hanno, nella zona della Masera, immersione variabile da N 5° E a N 20° E, con inclinazione di circa $30^\circ \div 35^\circ$.

Il rilevamento strutturale delle fratture e della stratificazione è stato effettuato in due punti all'interno della cavità: prima del 2° lago e prima del sifone pensile; i risultati sono riportati sul diagramma di Schmidt, emisfero inferiore, come archi medi dei sistemi (fig. 2).

I sistemi di discontinuità sono molto ben localizzati e sono essenzialmente sei: cinque sistemi di fessurazione indicati con le lettere *a, b, c, d, e*, cui si aggiungono le superfici di strato.

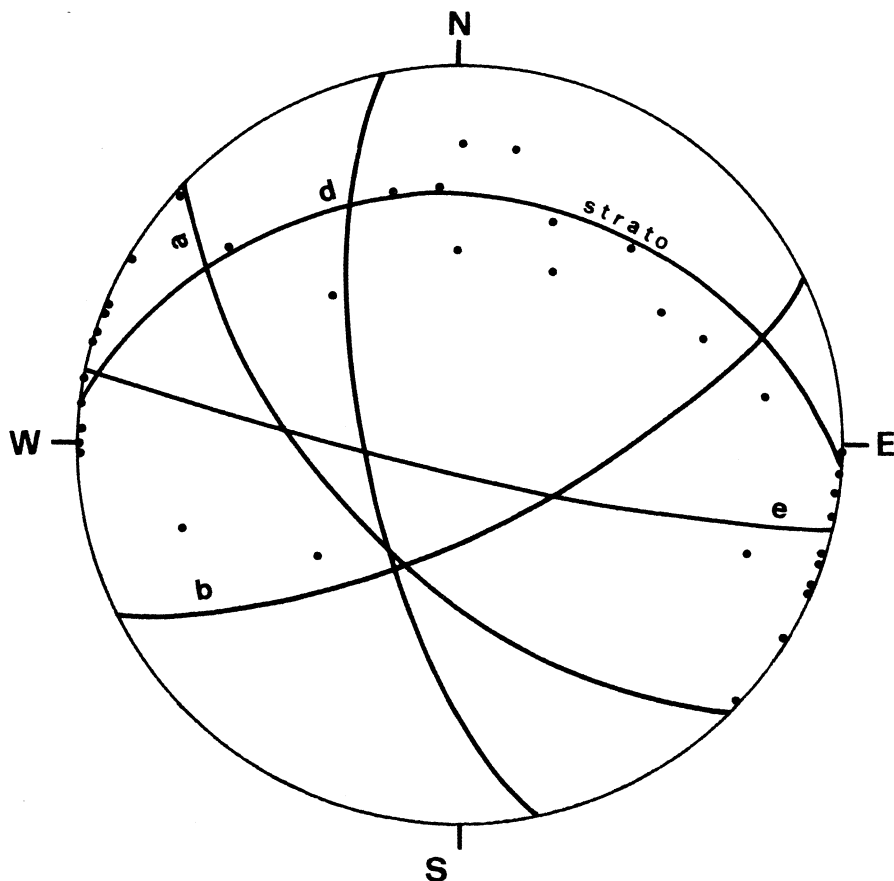


Fig. 2 - Diagramma di Schmidt, emisfero inferiore: archi medi dei sistemi di discontinuità; proiezione dei tratti di galleria (punti).

Abbiamo osservato i seguenti rapporti tra i sistemi: *a* sposta *b* ed è spostato in corrispondenza delle superfici di strato; *d* sposta *e* ed entrambi non spostano *a*. Se ne deduce che i sistemi più antichi sono *d* ed *e*; *e* è pressapoco parallelo all'asse ideale della sinclinale e *d* gli è pressapoco perpendicolare. I sistemi più giovani sono *c*, *a* e *b*. Si osservano poi numerose fratture con immersione identica agli strati ma più inclinate, che interessano uno o più strati e che si raccordano alle superfici degli strati (fig. 5 D).

Si è avuto quindi un movimento lungo la stratificazione con rottura e scivolamenti differenziati degli strati stessi. Numerosi blocchi di crollo presentano superfici di scorrimento e specchi di faglia; inoltre alcuni strati sono cataclasati e ricementati da calcite.

Tutti i sistemi di fratture presentano, alternativamente, parti aperte, parti chiuse e parti ricementate da calcite.

Proiettando sul diagramma di Schmidt, secondo la tecnica proposta da Kiraly (1967, 1968), le gallerie della Grotta Masera prese per singoli tratti rettilinei si ottiene la distribuzione riportata in fig. 2. Da questa si deduce che le gallerie della Masera dipendono, in primo luogo, dagli strati; si proiettano infatti in una ristretta fascia parallela alla stratificazione tanto che, vista la variabilità dell'immersione degli strati nella zona

della cavità e l'errore statistico di rilevamento, si possono considerare coincidenti con la stratificazione stessa.

Le superfici di strato ed il sistema *e* di fratture sono quindi i sistemi di discontinuità che influenzano maggiormente la struttura della cavità. Un altro gruppo di gallerie è situato all'intersezione del sistema *b* di fratture con la stratificazione, ed un ulteriore gruppo con i sistemi *a*, *c*, *d*.

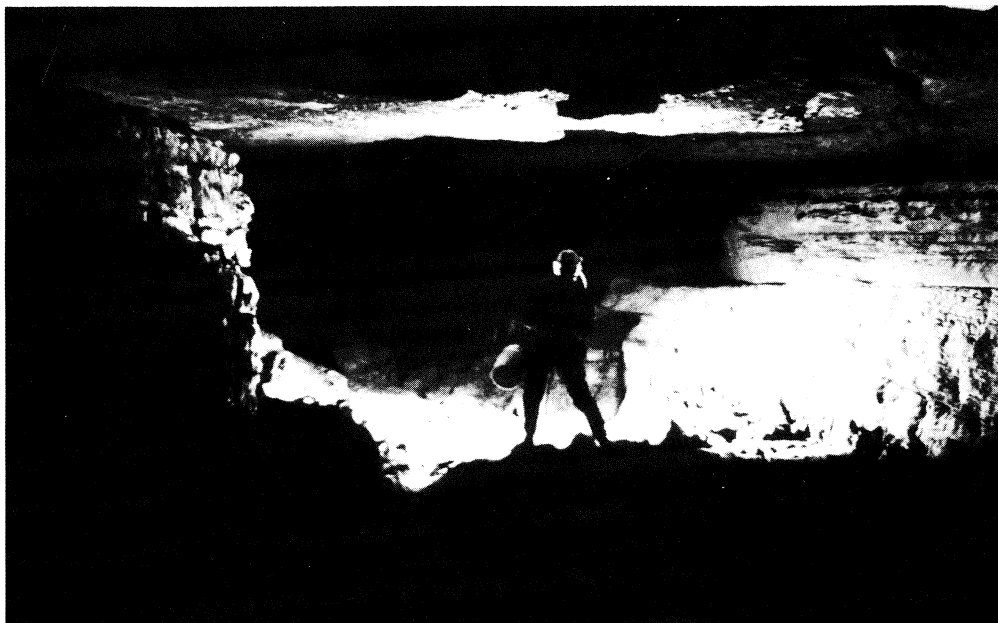


Foto 1 - La parte centrale dello scivolo. Morfologia di interstrato.

2) MORFOLOGIA GENERALE

La morfologia generale della Grotta Masera è piuttosto monotona. L'unico tipo morfologico presente è infatti la galleria d'interstrato. Per tutta la cavità il soffitto è costituito dai letti degli strati, più o meno inclinati a seconda della direzione della galleria in rapporto alla immersione degli strati stessi. Questa morfologia è chiaramente visibile in tutte le sezioni (fig. 4, foto 1). Tutte le gallerie appaiono poi sovraescavate a forra, chiaramente visibile nella sezione *f* (fig. 4), ma non nelle altre per la presenza di sedimenti.

3) MORFOLOGIA DI DETTAGLIO

A differenza della monotona morfologia generale, quella di dettaglio è estremamente ricca ed interessante.

a) forme parietali

Comprendiamo in questa categoria tutte le forme delle pareti, del soffitto e del pavimento dovute ad erosione e/o corrosione.

Bedding plane anastomoses e canali di volta

Le condotte di interstrato (Bedding plane anastomoses) (Bretz, 1942; Ewers, 1966) sono molto diffuse in Maserà. Sono presenti lungo tutto l'asse delle gallerie, sulle pareti in corrispondenza del soffitto. Alcune sono di piccole dimensioni (20 × 20 cm), altre sono molto più grandi (in alcuni punti 50 × 100 cm).

Sul soffitto sono rimaste, nella maggior parte dei casi, le impronte delle condotte (foto 6, fig. 5B) che formano quindi una serie di canali di volta anastomizzati, guidati dalle principali direttrici tettoniche non sempre coincidenti con l'asse della galleria.

La figura 5A illustra la distribuzione dei canali sullo scivolo; si può notare che alcuni (provenienti dalle pareti) attraversano la galleria senza esserne assolutamente modificati, mentre altri incrociandosi nella parte alta dello scivolo generano una cupola gliptogenetica (Bini, Cappa 1978) di estese proporzioni.

L'origine di tali condotti è quindi precedente o tutt'al più contemporanea a quella della cavità.

Karren ipogei

Consideriamo come Karren (foto 2) solo quelle forme che hanno aspetto simile a quelli esterni, escludendo perciò tutte le altre forme come gli scallops, i roof pendants ecc..

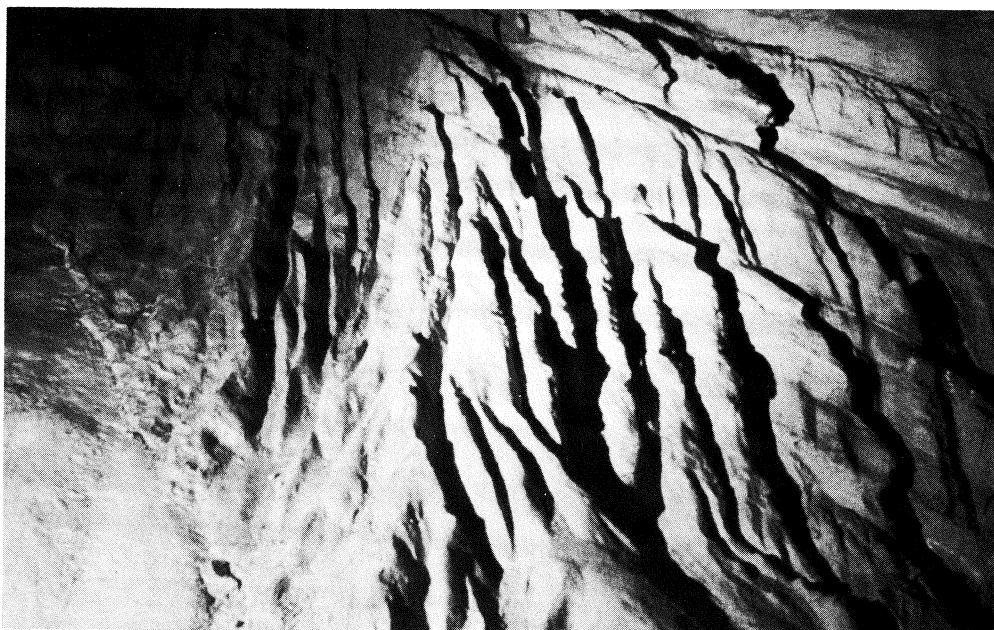
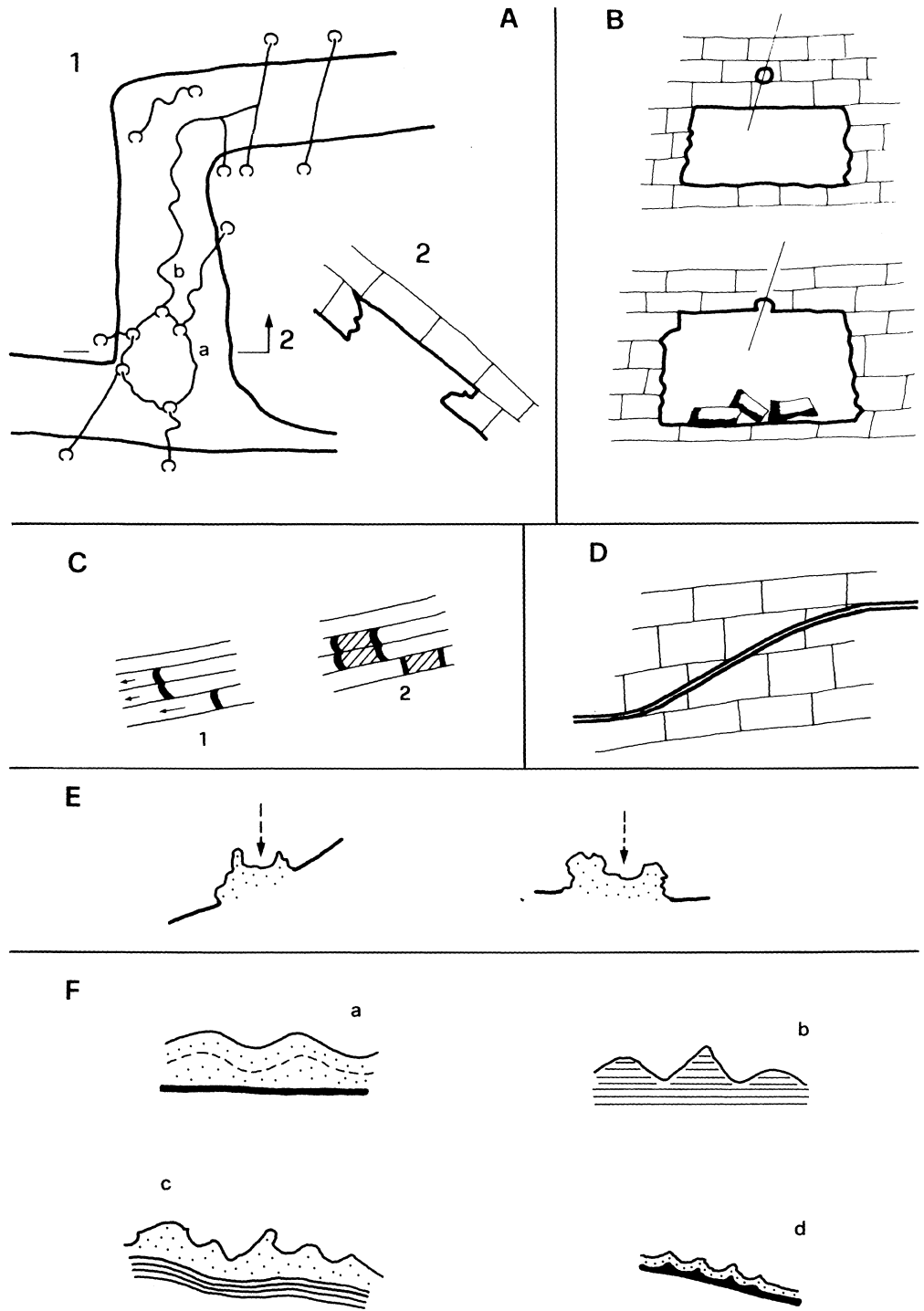


Foto 2 - Karren ipogei.



In Masera sono inquadrabili, secondo lo schema di Bögli (1963), nelle categorie:

- 1) Karren ipogei a scanalature (Höhlenrillenkarren);
- 2) Gronde ipogee (Höhlenrinnenkarren);
- 3) Karren ipogei a punte (Höhleispitzkarren).

Sono localizzati lungo lo scivolo, dall'alto sino al sifone pensile. La maggior parte è generata dal calo delle acque di piena (forme 2 e 3). Quelli generati da acque scorrenti (forme 1) su sedimenti sono scarsi e localizzati intorno alla sorgente posta a metà dello scivolo. È interessante osservare che le forme 2 e 3, all'inizio dello scivolo, convergono verso il centro come un imbuto, indicando un calo delle acque di piena abbastanza rapido. Sono forme recenti rispetto all'evoluzione della cavità.

Marmitte

Comprendiamo con questo termine solo le forme presenti sul pavimento riservando il termine cupola (Bini, Cappa 1978) alle forme del soffitto.

Possiamo distinguere:

- marmitte complete, di piccole dimensioni, presenti in cima allo scivolo dove la galleria diviene orizzontale, che sono di genesi recente;
- marmitte sfondate isolate o in collane, di grosse dimensioni, i cui resti sono visibili sul fianco della galleria. Alcune presentano sedimenti cementati incrostati all'interno, altre sono semisommerse dal sedimento di fondo della galleria. Sono quindi forme fossili corrispondenti al periodo di approfondimento vadoso della galleria superiore. Sono visibili nelle sezioni: a, b, f, della fig. 4.

Le marmitte sono assenti nella parte bassa della gallerie, almeno per la parte visibile, libera da sedimenti.

Cupole

Abbiamo già definito questo termine nel paragrafo precedente. In Masera distinguiamo:

- Cupole di corrosione per miscela di acque, presenti lungo tutto l'asse della galleria;
- Cupole di erosione, presenti nella galleria orizzontale superiore, in genere di piccole dimensioni, tranne quelle, più ampie, presenti a monte (nel senso delle acque) della strettoia corrispondente al 1° lago;
- Cupole gliptogenetiche, di cui abbiamo già parlato nel paragrafo sui canali di volta.

Riguardo alla genesi: alcune sono fossili (le gliptogenetiche ed alcune di corrosione per miscela), altre sono attuali (quelle di erosione ed alcune di corrosione per miscela).

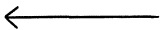


Fig. 5 - A = 1) schema dei canali di volta presenti sul soffitto dello scivolo. (NB disegno non in scala)

a = proiezione della cupola

b = proiezione dei canali

2) sezione trasversale della cupola.

B = Meccanismo di formazione dei canali di volta della Grotta Masera a partire da condotte d'interstrato.

C = Formazione di vacui per movimenti di distensione degli strati (da Groom e Coleman, 1958).

D = Schema di frattura che interessa pochi strati e si raccorda ai giunti, fase iniziale della formazione di vacui da movimenti di distensione (osservazione sullo scivolo).

E = Sezione di due stalagmiti argillo-sabbiose in formazione da pozzetti di stillicidio.

F = sezioni dei plastici:

a) plastico di silt fine a solchi e creste parallele, non laminato.

b) plastico di silt fine a solchi e creste non ordinati, laminato.

c) plastico grande di argilla e silt fine a solchi e creste non ordinati, laminato in profondità, omogeneo in superficie.

d) plastico di argilla e silt fine che segue le creste (karren) della roccia sottostante.

Forme dovute alla corrosione per miscela di acque

Di tutte le possibili forme causate dalla corrosione per miscela di acque, solo due sono presenti in Masera:

- cupole, di cui abbiamo già parlato;
- allargamenti di fratture in corrispondenza di piccole venute di acqua. Come per le cupole, alcuni sono fossili, altri recenti.

Scallops

In Masera sono relativamente piccoli (lunghezza media 10 cm) e quindi sono in equilibrio con velocità di flusso elevate (Curl 1966).

Indicano sempre un flusso di acque in risalita.

Sono presenti numerosissimi nella parte terminale dello scivolo prima del sifone pensile; meno numerosi nella galleria orizzontale superiore, specie ai restringimenti della sezione ed infine, numerosi, nel ramo in risalita. Sono forme in continua evoluzione e quindi di genesi recente, salvo quelli del ramo in risalita che sono in buona parte fossili (coperti da patina nera di manganese).

CONSIDERAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE DELLE FORME PARIETALI

L'ineguale distribuzione di tali morfologie dipende strettamente dalle differenze nel flusso delle acque in piena.

Nella parte inferiore il flusso è scarsamente turbolento (tranne alla strettoia prima del sifone pensile: scallops) ed inoltre l'acqua può ristagnare mantenendo la galleria allagata per tempi relativamente lunghi. Si osservano perciò scarse forme di erosione e numerose forme di corrosione.

Diversa è la situazione nella galleria orizzontale superiore in cui il flusso è turbolento, molto veloce e non si osserva mai ristagno di acqua: le forme di erosione dominano su quelle di corrosione. I Karren generati dal calo delle acque in fase di esaurimento delle piene sono, ovviamente, presenti solo lungo lo scivolo.

Ricordiamo a proposito della distribuzione delle forme parietali che la roccia è omogenea in tutta la cavità, per cui eventuali differenze dovute a variazioni litologiche hanno importanza trascurabile.

b) concrezioni

Contrariamente a quanto si potrebbe pensare le concrezioni sono abbastanza diffuse in Masera. Sono presenti stalattiti, stalagmiti, colonne stalatto-stalagmitiche ed eccentriche, ma le forme più diffuse e con aspetti più spettacolari sono i crostoni concrezionali (foto 10). Questi ultimi si trovano, principalmente, sulle pareti e sul pavimento della galleria orizzontale superiore e del ramo ascendente, mentre sono praticamente assenti nelle parti inferiori. Ve ne sono di attuali e di fossili, ma la distinzione tra i due tipi non è sempre nettissima. Sui crostoni vi sono numerosi piccoli gour con dimensioni variabili dal centimetro alle decine di centimetri; sono praticamente tutti attuali.

Numerose concrezioni (stalattiti e crostoni) sono degradate in latte di monte; occorre però notare che non è mai umido e molle, per cui si può ritenere che tale degradazione sia fossile, legata a particolari situazioni climatiche. Molte concrezioni sono state erose dall'acqua che vi ha scolpito scallops e cupole.

Lungo la galleria orizzontale superiore (a monte del 1° lago, parete destra) sono



Foto 3 - Sedimenti costituiti da ciottoli con patina di manganese, cementati in parete (S 2).

presenti concrezioni di difficile definizione (foto 5).

Presentano dimensioni inferiori al centimetro con forma piana, a punta o a goccia, raggruppate in macchie isolate o a gruppi e strisce, con distribuzione irregolare. Si potrebbero azzardare due ipotesi: a) formazioni di origine subacquea su argilla (aspetto a macchie e strisce simili a vermicolazioni argillose); b) residuo di concrezione cementante un deposito di ciottoli.

c) riempimenti

Materiali residuali

La cosiddetta argilla di «decalcificazione» è presente sulle pareti nella galleria superiore orizzontale e nel ramo ascendente. È praticamente assente nella parte bassa della cavità, forse a causa della potenza dell'acqua in risalita.

Materiali clastici

Grossi massi di crollo sono presenti lungo tutto l'asse della cavità, ma specialmente a metà dello scivolo dove raggiungono le maggiori dimensioni. Secondo noi si possono riconoscere, in Masera, due tipi di crollo: il primo è stato già visto nel paragrafo sui canali di volta (fig. 5B) (gliptogenetico polireticolare secondo Montoriol Pous, 1951, 1954); il secondo (graviclastico di Montoriol Pous, 1951, 1954) è caratteristico di una cavità a struttura d'interstrato come la Masera, ed è dovuto puramente a fattori di gravità e meccanici (éboulement di Renault 1957, 1967/68). Il gran caos di blocchi (Montoriol Pous 1951) presente a metà scivolo è verosimilmente dovuto al primo tipo di crollo, come attestano i numerosi canali di volta (fig. 5A). Gran parte dei massi (per quan-

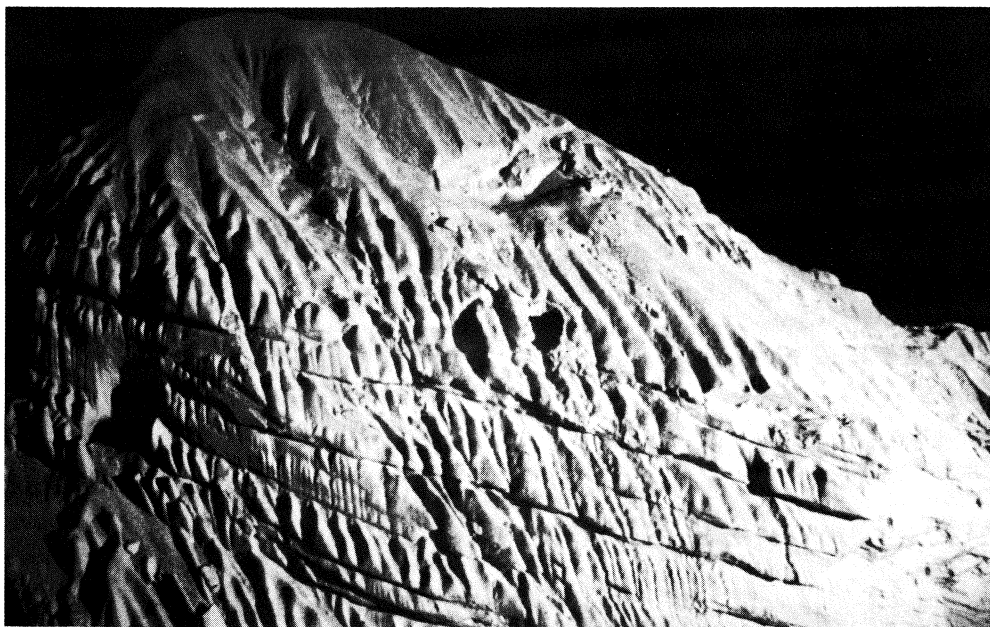


Foto 4 - Il grande plastico.



Foto 5 - Le concrezioni a monte del primo lago (dimensioni delle punte: circa un centimetro).

to riguarda la galleria orizzontale superiore, tutti) portano tracce di erosione precedente al crollo, tranne il masso alla strettoia del ramo superiore, che è stato eroso dopo il crollo. Comunque si possono riconoscere, come vedremo in seguito, più fasi di crollo.

Materiali alluvionali

Tali materiali sono abbondantissimi lungo tutta la cavità. La granulometria varia dai ciottoli di diametro maggiore di 10 cm, ai sedimenti fini inferiori ai 2 μm . La maggior parte di tali materiali è esotico, cioè non calcareo e non proveniente dalla roccia in sito del bacino di assorbimento della Grotta Masera. Si tratta verosimilmente di materiale morenico trasportato in cavità in corrispondenza degli inghiottitoi e quindi rimaneggiato sino ad un arrotondamento, talvolta prossimo alla sfericità.

Nella galleria ascendente è presente principalmente sabbia grossolana e piccoli ciottoli; nella galleria orizzontale superiore: ciottoli di ogni dimensione (liberi o cementati in parete) (foto 3) e sabbia (silt e frazione fine solo nei laghi). Lungo gli scivoli invece il materiale segue una classazione tipica delle grotte-sorgenti con gallerie inclinate. Dall'alto dello scivolo si trovano in sequenza: frazione fine, silt fino, silt grosso, sabbia fine, sabbia grossa, ciottoli piccoli e ciottoli grossi. Una disposizione simile è presente sul secondo scivolo al di là del sifone pensile.

Le frazioni più fini sono praticamente stabili mentre la sabbia viene continuamente spostata in su e in giù dalle acque di piena, tanto che spesso la galleria o il sifone sono temporaneamente chiusi. È interessante osservare che sotto l'attuale sequenza di sedimenti lungo lo scivolo, si trova una sequenza fossile identica ma spostata verso il basso dello scivolo; per cui, ad esempio, sotto l'attuale sabbia fine si trova il silt fine e così via. Vedremo in seguito il possibile significato di tale osservazione.

Materiali morenici

Nella galleria orizzontale superiore sono presenti detriti e blocchi (60 × 60 cm) morenici di rocce cristalline a spigoli vivi senza alcuna traccia di arrotondamento. Derivano dalla morena laterale o di fondo di uno dei ghiacciai quaternari (Würm; Bini e Gori, 1977). Possono essere stati spinti all'interno dal ghiacciaio prospiciente l'ingresso principale o più verosimilmente essere caduti dall'ingresso (ora ostruito) del ramo in risalita e poi sparsi sino all'attuale ingresso.

MORFOLOGIA DEI DEPOSITI

A) *Forme di spiaggia*: ad ogni piena si vengono a formare, a vari livelli lungo lo scivolo, una o più spiagge. Le morfologie presenti sono già state oggetto di un lavoro specifico al quale rimandiamo (Samoré, 1969). Citiamo solo la presenza di: scarpe, scanni, impronte di risacca e ripple-marks di oscillazione e direzionali, la cui genesi è identica a quella delle omonime forme epigee (foto 9).

B) *Zampe di gallina*: questa forma peculiare della Grotta Masera è stata descritta in un altro lavoro, al quale rimandiamo, (Bini e Cappa, 1980). Si tratta di piccole colate di fango che danno luogo a digitazioni sopraelevate di silt e sabbia fine su sabbia grossa, di rapida formazione. Richiedono la presenza contemporanea di silt fino, sabbia fine e grossa e piccoli rivoli di acqua ben individuati (foto 7).

C) *Plastici*: in seguito al lavoro di Bull (1976) abbiamo esaminato attentamente anche i plastici della Masera (Bini, Cappa, Pellegrini, in stampa). I plastici esaminati da quell'autore presentano laminazioni che seguono fedelmente i rilievi (almeno per la parte più superficiale del deposito) e sono quindi dovuti a fenomeni di rimaneggiamen-

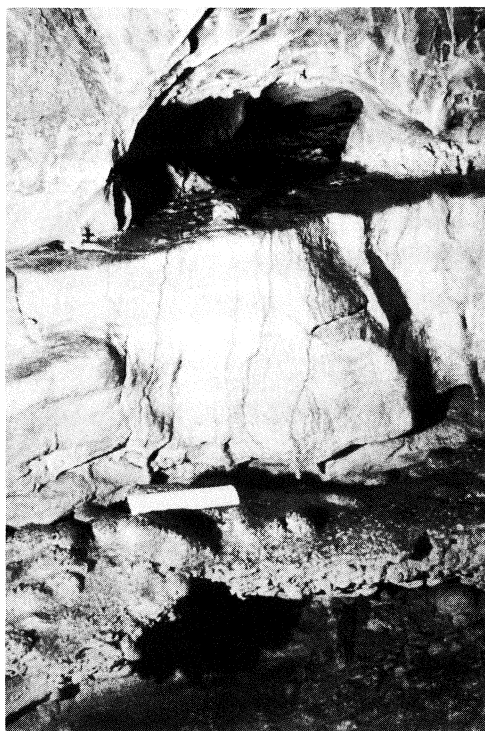


Foto 6 - Canale di volta lungo lo scivolo.

Foto 7 - Le Zampe di gallina.

Foto 8 - Condotta di interstrato nella galleria superiore. In basso resto di crostone e sedimento (Cr 1, S 1).



Foto 9 - Ripple-Marks sullo scivolo. Coincidono con i plastici a solchi e creste paralleli non laminati.



Foto 10 - Galleria orizzontale superiore: sezione E (al contrario). Sono visibili: Cr 2, S 2, Cr 3 ed S 3.

to dei depositi che avvengono dopo la loro deposizione e in ambiente subacqueo, a causa dei movimenti dell'acqua di imbibizione negli strati superficiali.

Potrebbero corrispondere, in Masera, al grande plastico di argilla e silt fine, a solchi e creste non ordinati, laminato in profondità, non laminato in superficie (fig. 5 F/c foto 4). L'unica differenza riguarda la parte superficiale non laminata, e l'inclinazione dei versanti del plastico, ma l'ipotesi genetica potrebbe essere identica.

Oltre a questo tipo abbiamo messo in evidenza altri tre tipi di plastico:

— un tipo, di silt fine, a solchi e creste non ordinati e totalmente laminato (fig. 5 F/b), (in Masera si riscontra sul deposito della sequenza fossile) che sono assimilabili ai calanchi (solchi di ruscellamento).

— un tipo, di silt fine, a solchi e creste parallele, non laminato (fig. 5 F/a), dovuto forse a moto ondosio agente su un sedimento non consolidato;

— l'ultimo tipo, di argilla e silt fine che segue le creste (Karren) della roccia e che quindi non è in realtà un vero plastico (fig. 5 F/d).

D) *Concrezioni Argillo-limose*: lungo lo scivolo, in presenza di stillicidio o all'altezza della sorgentella, si trovano piccole stalagmiti argillo-limo-sabbiose (fig. 5 E) in formazione da crateri di stillicidio (Galvagni e Perna 1953), e alcune docce sopraelevate su cui scorrono piccoli rivoli d'acqua.

ALTRI DEPOSITI

A) *Vermicolazioni argillose*: lungo la galleria orizzontale superiore sono presenti quà e là vermicolazioni argillose dendritiche e maculazioni. Attualmente sono secche ed alcune maculazioni sono anche concrezionate (forma di passaggio verso le concrezioni mal definibili descritte in precedenza?). Oltre il sifone pensile in zona allagata molto spesso, abbiamo osservato (durante le esplorazioni del 1970) maculazioni molto spesse (1 cm circa) e umide con un alone marcatissimo costituito da roccia nuda che divide nettamente le macule dall'argilla normale che copre la parete.

Abbiamo trattato più a fondo questo argomento in un altro lavoro (Bini, Cavalligori, Gori, 1978).

B) *Patine di Manganese*: le patine di manganese della Masera sono state oggetto di un precedente lavoro (Bini, Gori, 1977). Riprenderemo poi le implicazioni cronologiche di questo sedimento, limitandoci per ora a descriverne la distribuzione lungo la cavità.

La patina è un deposito fossile. Nella parte bassa della cavità è quasi completamente erosa: ne rimangono solo poche chiazze quà e là. Comincia a divenire più frequente sino ad essere continua nella galleria orizzontale superiore e nel ramo ascendente.

Anche questa morfologia, come abbiamo già visto per le forme parietali, rispecchia l'ineguale modalità di flusso delle acque.

4) IL BÜS DI SPEREN

Il *Büs di Sperèn* 2019 Lo-Co ripete il motivo strutturale e morfologico della vicina Masera. La sezione è sempre d'interstrato con approfondimento vadoso. La morfologia di dettaglio è anche qui abbastanza ricca.

a) forme parietali

Scallops; condotte di interstrato (bedding plane anastomoses) con relativi canali di volta in genere trasversali all'asse della galleria; cupole; solchi lungo fratture sulla volta.

b) concrezioni

Stalattiti, stalagmiti, gours, crostoni, cortine concrezionali. Molte degradate in latte di monte per cui valgono le stesse osservazioni fatte per la Masera.

c) riempimenti

Tutta la cavità presenta un livello di riempimento a 1.5 m dal suolo (anch'esso di riempimento), che sul fondo occlude la cavità.

In una sezione ideale del riempimento si osserva dall'alto:

- m 1 ed oltre : terriccio, detriti a spigoli vivi, argilla
- cm 60 circa : crostone concrezionale in parte degradato in latte di monte
- cm 30 circa : ciottoli arrotondati coperti da patina nera di manganese, con matrice siltosa
- cm 10 circa : sabbia stratificata o a lenti
- cm 15 circa : sabbia non stratificata
- pavimento di sedimenti non osservabili.

Il Bùs di Speren rappresenta attualmente una cavità fossile che in origine doveva essere collegata con la vicina Masera (vedi paragrafo seguente).

5) CONSIDERAZIONI SULLA SPELEOGENESI E L'EVOLUZIONE DELLA CAVITÀ

In base a quanto abbiamo detto nel primo capitolo, si può affermare che sono i movimenti di distensione e di compressione degli strati stessi che hanno generato la zona di debolezza tettonica lungo la quale si è generata la Grotta Masera.

Tali movimenti (fig. 5D) hanno prodotto dei vuaci simili a quelli descritti da Groom e Coleman (1958) (vedi anche Jennings, 1971 e Sweeting, 1972) (fig. 5C) ma molto più piccoli, ed hanno facilitato la genesi, in corrispondenza dell'incrocio con i sistemi di frattura, di condotte di interstrato. In tal modo si è venuta a creare una situazione particolarmente favorevole alla formazione di un condotto carsico maggiore, che è nato ed evoluto poi per azione combinata di corrosione, erosione e crolli.

Dopo la prima fase speleogenetica in regime freatico o parafreatico, la cavità ha sicuramente attraversato vari periodi a regime vadoso in cui le gallerie sono state approfondite a forra.

Le fasi evolutive più recenti della cavità sono caratterizzate da più periodi di riempimento, concrezionamento e crolli. Sono riconoscibili nettamente quattro fasi di riempimento alluvionale ed una di morenico. È possibile che le tracce di altre fasi simili siano state completamente cancellate.

In almeno una di queste fasi la galleria orizzontale superiore è stata quasi completamente ostruita.

Dall'alto in basso in una sezione ideale del sedimento si distinguono:

Cr 1	crostone	presso il soffitto, molto erosi, scarsi fram-
S 1	sedimento di ciottoli cementato	menti (foto 8)

interruzione della successione che riprende più in basso con...

Cr 2	crostone (foto 10)	spesso, sospeso a 2 m dal pavimento
S 2	sedimento di ciottoli cementato (foto 3)	

interruzione della successione che riprende più in basso con...

Cr 3	crostone (foto 10)	spesso, presenta a metà una fase erosiva, so-
		sospeso a 1 m dal pavimento o in continuità
		con Cr 4

S 3	sedimento di ciottoli cementato, con massi di crollo
-----	---

Cr 4	crostone
------	----------

S 4	sedimento di ciottoli cementato, con massi di crollo
-----	---

Sovrapposti ai resti di questa successione si osservano: un riempimento morenico (S 5) ed una incrostazione concrezionale recente ed attuale (Cr 5). Quasi tutti i ciottoli dei sedimenti cementati sono coperti dalla patina di manganese (lo stesso al Bùs di Spenen), ne sono privi solo i blocchi di morenico di S 5. Quindi se l'ipotesi che abbiamo formulato nel nostro precedente lavoro (Bini, Gori 1977) è esatta, essendo la deposizione della patina postRissiana, S 5 sarebbe da ascrivere ai ghiacciai Würmiani.

Gli altri sedimenti sarebbero invece alluvioni delle morene depositate sui piani di Nesso della glaciazione di Mindel (e precedenti?), dato che la glaciazione Rissiana non ha coperto i piani, limitandosi a chiuderli verso valle (ci riferiamo alla datazione delle morene esterne di Nangeroni, 1970, e Pracchi, 1954, attualmente in uso. Ovviamente se è vero che la morena principale che sbarra i piani di Nesso, è Würmiana e non Rissiana tutte le datazioni vanno spostate di conseguenza) e quelle Würmiane sono giunte ancora più in basso.¹

Riassumiamo gli eventi del Quaternario recente nella seguente tabella:

¹ Mentre questo lavoro era in stampa, dati recenti (BINI A. 1981: Geologia e geologia del Glaciale nel territorio del M. San Primo; Tesi di laurea in Sc. Geologiche, Università degli studi di Milano, Facoltà di Scienze) hanno attribuito effettivamente al Würm la morena principale dei Piani.

La morena terminale Rissiana però si trova solo poche centinaia di metri più all'esterno della morena Würmiana e non ha coperto completamente i Piani. I sedimenti lacustri sono contemporanei alla morena principale e sono quindi Würmiani, non è però possibile escludere attualmente che anche durante il Riss si sia formato un lago proglaciale anche se di dimensioni più limitate.

Gran parte delle datazioni, soprariportate, in Masera vanno quindi spostate di conseguenza, tenendo presente che in Valle del Nose sono state riconosciute 16 fasi di temporanea avanzata del ghiacciaio durante il ritiro successivo alla fase della morena principale. La patina di manganese sarebbe post fase massima del Würm; S5 sarebbe da ascrivere alle fasi terminali del Würm, mentre tutto quanto è avvenuto prima del Würm diviene più sfumato e testimoniato attualmente solo dalle fasi di alluvionamento.

<i>Glaciazioni</i>	<i>eventi sui Piani di Nesso</i>	<i>eventi in cavità</i>
Mindel e glaciazioni precedenti	i ghiacciai coprono i Piani di Nesso	(riempimento da parte della morena laterale?) più fasi di alluvionamento della cavità con deposito di materiale proveniente dal morenico depositato sui piani
Riss	il ghiacciaio non copre il piano ma si limita a chiuderlo a valle con una morena. Formazione di un lago, si tappano gli inghiottitoi	(riempimento da parte della morena laterale?)
	si aprono gli inghiottitoi	alluvionamento di materiali fini. Deposizione della patina di manganese
Würm	i ghiacciai non giungono ai piani	riempimento da parte della morena laterale. Chiusura del Bùs di Speren e della galleria ascendente

Riguardo alle fasi più antiche della cavità ed alla sua origine non si possono, allo stato attuale delle conoscenze, azzardare ipotesi di datazione. Considerati i più recenti dati sull'evoluzione del territorio comasco (Bini, Cita, Gaetani, 1978; Finckh 1978) potrebbero risalire sia al Miocene, sia al Pliocene, sia al Quaternario antico. L'unico dato sicuro è che la cavità era completamente formata prima delle glaciazioni e che non ha subito sostanziali variazioni durante tale periodo.

Cercando invece di fare una cronologia delle 4 attuali gallerie di uscita della Masera (Ingresso, Bùs di Speren, sorgente Frigirola, e ramo ascendente) si può osservare che il ramo ascendente è più antico dell'ingresso e che per un certo periodo devono aver funzionato più gallerie contemporaneamente. Il collegamento Masera - Frigirola è recente. Il bús di Speren è stato parzialmente ostruito dai crolli avvenuti sullo scivolo della Masera e si è fossilizzato abbastanza di recente (presenza di ciottoli con manganese: quindi posteriore all'interglaciale Riss-Wurm). La presenza di una sequenza fossile di sedimenti lungo lo scivolo sottostante all'attuale e spostata verso il basso depone a favore dell'esistenza nel passato di uno scivolo più basso dell'attuale, verosimilmente collegato con il Bùs di Speren.

L'erosione della valle del Lario comasco, l'azione dei ghiacciai e le frane all'esterno, hanno modificato profondamente l'aspetto delle gallerie di uscita della Masera ed hanno avuto grandi ripercussioni all'interno per quanto riguarda l'attività o l'inattività delle gallerie.

Allo stato attuale delle ricerche non è possibile spingere più in là le correlazioni e le datazioni.

BIBLIOGRAFIA

- BINI A., VANIN A., 1974 - *Il carsismo profondo della Valle del Nosé*. Atti XI Congr. Naz. Speleol., Genova 1972; Rass. Speleol. Ital., Mem. XI, pp. 153-169.
- BINI A., CAPPÀ G., 1974 - *Proposte di ammodernamento della simbologia per rilievi di cavità naturali sotterranee*. Boll. Ass. It. Cartogr., 31, pp. 97-108.
- BINI A., GORI S., 1976 - *Patine di Manganese in grotta: possibili origini e significato speleocronologico (osservazioni in grotte della provincia di Como)*. Atti e Mem. Comm. Boegan 16, pp. 131-146.
- BINI A., CAPPÀ G., 1978 - *Considerazioni sulla morfologia delle cupole*. Quaderni Museo Speleologia IV (7/8), pp. 47-62.
- BINI A., CAPPÀ G., 1980 - *Osservazioni su una formazione sabbiosa della Grotta Masera 2213 Lo-Co*. Le Grotte d'Italia (4) VIII, pp. 39-46.
- BINI A., CAPPÀ G., PELLEGRINI A., 1978 - *Osservazioni sui Plastici d'argilla in grotte comasche*. Preprints XIII Congr. Naz. Speleol. Perugia 1978.
- BINI A., CAVALLI-GORI M., GORI S., 1978 - *A contribution to the interpretation of the vermiculation genesis*. Int. Journ. Speleol., 10 (1): 11-33.
- BINI A., CITA M.B., GAETANI M., 1978 - *South Alpine Lakes: hypothesis of an erosional origin related to the Messinian entrenchment*. Marine geol., 27, pp. 271-288.
- BÖGLI A., 1963 - *Höhlenkarren*. Act. III Congr. Intern. Spéléol., Wien 1963, 2, pp. 25-28.
- BRETZ J.K., 1942 - *Vadose and phreatic features of limestone caves*. J. Geol. 50 (6), pp. 675-811.
- BULL P.A., 1976 - *Dentritic surge marks in caves*. Trans. Brit. Cave Res. Assoc. 3 (1), pp. 1-5.
- CAPPÀ G., 1970 - *La grotta Masera di Careno (Nesso, lago di Como) e il suo sistema idrografico*. Atti Soc. It. Sc. Nat. 110 (1), pp. 39-61.
- CURL R.L., 1966 - *Scallops and flutes*. Trans. Cave Resear. Group of G.B. 7 (2), pp. 121-160.
- EWERS R.O., 1966 - *Bedding-plane anastomoses and their relation to cavern passages*. Nat. Speleol. Soc. Bull. 28 (3), pp. 133-140.
- FINCKH P.G., 1978 - *Are Southern Alpine Lakes former Messinian canyons? Geophysical evidence for pre-glacial erosion in the Southern Alpine Lakes*. Marine geol., 27, pp. 289-302.
- GALVAGNI A., PERNA G., 1953 - *Contributo alla morfologia dei prodotti argilloso-sabbiosi di riempimento delle caverne*. Rass. Speleol. Ital. 5, pp. 89-101.
- GROOM G.E., COLEMAN A., 1958 - *The geomorphology and speleogenesis of the Dachstein caves*. Cave Res. Group G.B., Occasional Publications 2, pp. 1-23.
- JENNINGS J.N., 1971 - *Karst. An Introduction to Systematic geomorphology 7*. The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, London, pp. 252.
- KIRALY L., 1967 - *Les éléments structuraux aux environs du gouffre du Petit Pré de Saint - Livres (Jura Vaudois)*. Act. 3 Congr. Nat. Spéléol., Interlaken 1967, Stalactite suppl. 3, pp. 32-43.
- KIRALY L., 1968 - *Eléments structuraux et alignement de phénomènes karstiques*. Bull. Soc. Neuchât. Sc. Nat. 91, pp. 127-146.
- MONTORIOL POUS J., 1951 - *Los procesos clásticos hipogeos*. Rass. Speleol. It. 3 (4), pp. 119-129.
- MONTORIOL POUS J., 1954 - *Resultado de nuevas observaciones sobre los procesos clásticos hipogeos*. Rass. Speleol. It. 6 (3), pp. 103-114.
- NANGERONI G., 1970 - *Appunti sulla geomorfologia del Triangolo Lariano*. Atti Soc. It. Sc. Nat. 110 (2), pp. 69-149.
- PRACCHI R., 1954 - *Il quaternario nel Lario occidentale*. Atti Soc. It. Sc. Nat. 93 (1/2), pp. 111-178.
- RENAULT P., 1957 - *Sur deux processus d'effondrement karstique*. Ann. Spéléol. 12, pp. 19-46.
- RENAULT P., 1967/68 - *Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse*. Ann. Spéléol. 22 (1), pp. 5-21; 22 (2), pp. 209-267; 23 (1), pp. 259-307; 23 (3), pp. 529-593.
- RENAULT P., 1970 - *La formation des cavernes*. Presses Universitaires de France, Paris.
- SAMORÉ T., 1969 - *Osservazioni sui moti ondosi nella Masera*. Il Grottesco 19, pp. 13-15.
- SWEETING M., 1972 - *Karst landforms*. Macmillan, London, pp. 362.
- WHITE F.L., WHITE W.B., 1969 - *Processes of cavern breakdown*. Bull. Nat. Speleol. Soc. 31 (3/4), pp. 83-96.

Indirizzo degli Autori:

ALFREDO BINI, via Verro 39c - 20141 MILANO

ALBERTO PELLEGRINI, via Volturmo 80 - 20047 BRUGHERIO (Milano)