

A photograph of two people in a cave. One person on the left is holding a bright light, illuminating the rocky walls. The person on the right is wearing a red helmet and looking down at a clipboard. The cave walls are rugged and layered.

mondo sotterraneo

nuova serie anno IX - n. 1-2 — aprile-ottobre 1985

foto copertina: Stefano e Gigi a San Giovanni d'Antro

mondo sotterraneo nuova serie, anno IX n. 1-2- aprile-ottobre 1985
rivista semestrale del circolo speleologico e idrologico friulano
registrazione tribunale di udine n. 393 del 14 marzo 1977
redazione e amministrazione: via b. odorico da pordenone 3, 33100 udine
direttore responsabile: dario ersetti
tipografia: missio, via gemona 100, udine - tel. 0432/401137
conto corrente postale n. 24-13841
i manoscritti e le foto, anche se non pubblicati, non verranno restituiti
le fotografie ed i disegni, ove non altrimenti indicato, sono dell'autore del testo

mondo sotterraneo

rivista semestrale del circolo
speleologico e idrologico friulano

nuova serie anno IX - n. 1-2 — aprile-ottobre 1985

*Il Circolo ringrazia tutti quelli che hanno voluto
ricordare Gigi e Stefano permettendo la stampa di questo volume*

*Questo numero di Mondo Sotterraneo,
dedicato a Gigi e Stefano,
rientra nell'ambito delle iniziative
intraprese dal C.S.I.F. per perpetuare
nel tempo la memoria dei nostri due
insostituibili collaboratori.
Il Consiglio Direttivo del C.S.I.F.,
interpretando la volontà dei Soci
e degli amici che hanno reso possibile
con il loro contributo l'edizione di questo
volume, ha voluto dare il maggior risalto
possibile a quelle imprese speleologiche che,
iniziate da Gigi e Stefano, sono poi
proseguite con successo.
Chi ha collaborato al presente volume
ritiene questo il modo migliore
per onorare i loro meriti.*



Stefano Modonutti
18.10.55 - 15.8.84

Luigi Savoia
13.7.1956 - 15.8.84

BERNARDO CHIAPPA

RELAZIONE MORALE PER L'ANNO 1984

Cari Soci,

se gli anni precedenti hanno avuto nella vita del nostro Circolo una impronta ben precisa, ad esempio l'82 come «anno dei Pirenei» e l'83 «anno del Convegno», è fuor di ogni dubbio che il 1984 sarà ricordato come «l'anno di Camerota».

Ma non vorrei che questa mia affermazione fosse intesa in senso riduttivo, perchè il lavoro portato a termine nel Cilento è stato molto e soprattutto svolto con tale serietà e dedizione, che i risultati conseguiti ci rendono orgogliosi di avere ancora una volta fatto conoscere i nostri metodi di lavoro al di fuori dell'ambito regionale.

E' pur vero che abbiamo per il 1984 un numero di uscite (92) che è inferiore a quello degli anni scorsi, ma è altrettanto vero che dopo il comprensibile sbandamento sofferto in agosto, questo Circolo ha saputo, ma soprattutto ha voluto continuare nello svolgimento della propria attività.

Ha voluto, e questa volontà di tutti voi è stata di conforto a me e di sprone ai numerosi giovani che si avvicinano alla speleologia.

Se il Corso appena concluso ha avuto il successo che sappiamo, è solo per merito di tutti voi che avete contribuito a far sì che questa iniziativa sia stata la migliore tra quelle organizzate negli ultimi anni, nonostante l'immane concorrenza.

Il felice esito di quest'ultimo Corso di Speleologia mi offre lo spunto per trarre delle conclusioni: motivi contingenti hanno fatto sì che il Corso, una volta organizzato, venisse gestito in maniera differenziata, nel senso che ad ogni uscita con gli allievi, gli istruttori fossero sempre diversi.

Questo ha contribuito a dare del Circolo una immagine di indubbia efficienza organizzativa, per cui ne deriva che i risultati ottenuti possono considerarsi molto positivi.

Da qui la raccomandazione al futuro Consiglio Direttivo di far tesoro di questa esperienza e di strutturare i futuri Corsi di Speleologia in siffatto modo.

Voglio ancora menzionare in questa relazione l'impegno profuso dai nostri Soci per l'allestimento della «Mostra sulla Storia della Speleologia in Friuli» che si è tenuta dal 20 luglio al 27 ottobre 1984 nelle sale (g.c.) del Museo Friulano di Storia Naturale.

Mostra che ha avuto un indiscusso successo di pubblico, se consideriamo che è stata visitata da oltre 2000 persone e che, successivamente, con i suoi preziosi cimeli è emigrata a Vicenza in occasione del 3° Convegno Triveneto di Speleologia tenutosi nei giorni 17/18/19 Novembre. Infine, in occasione del conferimento della medaglia d'argento al Valor civile al nostro Socio Federico Savoia per una operazione di soccorso in grotta, effettuata assieme ad altri speleologi italiani ad Ormea, nel Cuneense, è stato presentato alle autorità cittadine, convenute presso il Museo di Storia Naturale di Udine, il film «SPELEOGENESIS» di Syd Perroud.

Alla fine del 1984 hanno visto finalmente la luce gli Atti del 6° Convegno Regionale del Friuli-Venezia Giulia dell'aprile 1983. Un tempo nemmeno troppo lungo se consideriamo le vicissitudini tipografiche in cui siamo incorsi. La presentazione ufficiale degli Atti si terrà il 22 febbraio 1985 presso l'Amministrazione Provinciale di Udine.

Mi rendo perfettamente conto che una relazione morale, sottoposta alla approvazione dell'Assemblea, non è lo strumento che più si presta alla commemorazione dei nostri Soci scomparsi nel 1984.

D'altronde l'età media dei componenti il nostro Circolo è tale che se qualcuno di noi viene a mancare, non è certo per i malanni della tardissima età.

Nè intendo fare di questa Assemblea un «certamen» di vuote espressioni retoriche: mi sia solamente concesso di ricordare che nel 1984 il nostro Circolo è rimasto privo del Socio Benemerito FRANCO MORO — assassinato in Uganda — e dei Soci STEFANO MODONUTTI e LUIGI SAVOIA — deceduti a Calafetente (Palinuro) durante una immersione subacquea.

Ne consegue che il nostro Circolo è rimasto per sempre privo di validissimi Soci, la cui collaborazione si è rivelata fondamentale per la crescita e lo sviluppo della speleologia intesa nel senso più ampio del suo significato.

E' sulla strada che assieme a loro abbiamo intrapreso verso la conoscenza delle nostre grotte, che noi continueremo nel cammino che li vedrà sempre al nostro fianco.

Marina di Camerota - Nei giorni dal 19 al 25 aprile 1984, su segnalazione del C.N.R. — Istituto di Biologia del Mare di Venezia — e con l'appoggio logistico della Amm.me Comunale di Camerota (SA), è stata effettuata una spedizione composta da dieci Soci.

In collaborazione con il Club Subacqueo Udinese sono state effettuate ricognizioni in mare, aventi lo scopo di individuare eventuali sorgenti di acqua dolce sottomarine.

Nel corso della spedizione sono state esplorate e rilevate le grotte di Calabianca, di Manfrejudice, degli Iscolelli, di Galato, dei Due Portali (o di Pozzallo) e del Trarro.

Scopo di queste esplorazioni era la ricerca di una falda acquifera sotterranea da utilizzare per usi civili.

Nel vicino comune di Centola/Palinuro, in località Calafetente, veniva esplorata l'omonima cavità. Dopo un ingresso di rilevanti dimensioni, facilmente localizzabile dal mare e dopo un breve tratto percorribile su roccia, si apre un grande lago di circa 60 metri che termina in un sifone.

Questo sifone, lungo circa 200 metri e che termina in un salone con enormi massi di frana, è stato esplorato — per la prima volta — da Luigi Savoia, Stefano Modonutti ed Enrico Parpaiola, speleo-sub padovano. Mi è gradito ringraziare — in questa sede — l'avv. Giovanni Mazzeo ed il dott. Cupido Lanza che con il loro fattivo interessamento hanno reso possibile e gradito il nostro soggiorno nel Cilento.

Nell'agosto dello stesso anno alcuni Soci hanno compiuto un ulteriore sopralluogo nella zona suddetta, con la collaborazione di due speleologi francesi. Sono stati presi in esame alcuni fenomeni carsici di minore entità e le ricerche intraprese hanno dato risultati che, se pure parziali, si integrano con quelli di aprile.

Grotta Nuova di Villanova - In collaborazione con il Gruppo Triestino Speleologi, con la Soc. Adriatica di Speleologia di Trieste, con l'Ass. Friulana Ricerche di Tarcento e con il Gruppo Grotte Villanova, sono proseguite le operazioni di rilievo della ormai nota cavità.

Per la parte affidata al nostro Circolo (Ramo della Vigna) sono state effettuate 15 uscite che hanno sortito il risultato del definitivo rilevamento per complessivi 1.300 metri.

Pod-Lanisce - Continuano, nella parte terminale di questa risorgiva, i pericolosi lavori di sgombero della frana, la cui disostruzione permetterà il superamento del sifone terminale.

San Giovanni D'Antro - Sono in corso i lavori di restauro e ristrutturazione della parte turistica della grotta. Il nostro Circolo, interpellato in merito, ha fornito utili indicazioni per un organico e funzionale ripristino della cavità.

Proseguono inoltre nella parte più interna le complesse operazioni di rilevamento.

Monte Robon / Col Lopic - Le forti precipitazioni nevose dell'inverno

precedente non hanno permesso lo svolgimento del programma previsto. Nelle 9 uscite dedicate a questa zona sono state compiute alcune revisioni catastali di non eccezionale portata. Sono iniziati, a Sella Robon, i lavori per il basamento del bivacco speleologico che, dedicato ai nostri Gigi e Stefano, sarà ivi installato nel corso della prossima estate.

Osoppo - Su indicazione di alcuni professionisti incaricati di redigere un piano di tutela atto alla conservazione dello storico colle di Osoppo, il nostro Circolo ha esplorato, per ora solo parzialmente, i complessi camminamenti sotterranei ivi esistenti e risalenti, come costruzione, ad epoche diverse. Siamo stati in grado di fornire un rilievo di precisione che ha permesso di localizzare dall'esterno i suddetti camminamenti.

Corso di speleologia - E' giunto alla sua nona edizione — sotto l'egida della S.S.I. — il Corso di Speleologia organizzato dal nostro Circolo. Vi hanno aderito 16 allievi che durante 6 uscite hanno fatto le loro prime esperienze nella Grotta Nuova di Villanova, nella risorgiva Pod-Lanisce, nella Grotta Doviza, nell'abisso di Viganti, nella Grotta di San Giovanni d'Antro e presso la palestra di roccia di Faedis.

Scavi di Biarzo - Si è conclusa la terza campagna di scavo e con questa la prima fase di ricerca paleontologica, nel riparo sottoroccia di Biarzo (FR. 1489). E' stata definitivamente dimostrata la presenza dell'epigravettiano. Gli interessanti reperti sono ora esposti alla Mostra sui Cacciatori Mesolitici che si tiene presso il Museo Friulano di Storia Naturale.

Esplorazioni sub - Nei primi mesi dell'anno sono state compiute immersioni alla Grotta di Oliero (VI) e nelle Valli del Natisone, con il superamento di un sifone, nella FR. 27, lungo circa 50 metri.

Revisioni catastali - Sono state riesplorate la Turkna Jama di Masarolis (FR. 424), le grotte Tanadjamo e Podjamo nella Valle di Pradolino; nella zona di Guspergo/Sanguarzo, oltre alla revisione di alcune piccole cavità è stata esplorata una voragine (FR. 2314) con uno sviluppo di circa 125 metri ed un dislivello di circa 40 metri. Una nuova piccola voragine è stata esplorata in località ~~Clabuciane~~ nei pressi di Faedis.

Uscite di addestramento - Sono state effettuate numerose uscite di allenamento (22) nelle seguenti cavità verticali: Grotta Elicottero, Grotta dell'Orco, Abisso a S.O. del Monte Matajur, Grotta di Gabrovizza nel Carso, Abisso di Viganti (4 volte). Inoltre altri allenamenti si sono svolti presso la palestra di roccia di Faedis ed al ponte di Pagnacco. Sono state visitate, inoltre, la Grotta di Montefosca, la grotta di Jeronizza, il Pre-oreak, la Doviza, la Foos di Campone, la Grotta di Attila sulla Creta d'Aip. Con gli amici della S.A.G. è stata effettuata una uscita — a Natale — all'abisso

Gortani sul Canin.

Battute di zona - Questa particolare attività ha avuto svolgimento in tutte quelle zone che ne presentavano i requisiti: Ampezzo, Val Resia, Monte Amariana, Monte Raut, lungo l'alta Val Torre e sul Monte Musi, Racchiuso ed il Rio di Costa Verde, alta Val Cornappo (Monteaperta e Montemaggiore), Stupizza e sulla Creta d'Aip.

Soccorso - La Squadra del Corpo Naz. Soccorso Alpino / Sezione Speleologica, della quale fanno parte alcuni nostri Soci, ha contribuito con la propria esperienza ad importanti interventi in territorio nazionale e regionale.

Questi interventi sono stati effettuati alla Grotta dell'Elefante Bianco presso Valstagna (VI), alla Grotta di La Val (PN), sul massiccio del Monte Canin alla ricerca di un'escursionista disperso e successivamente... all'abisso Fonda o della Funivia.

Convegni - Siamo stati presenti in Cecoslovacchia dal 4 all'8 aprile 1984 al 2° Simposio sui fenomeni carsici dei Sudeti, nel cui ambito si è svolta la quinta riunione della Commissione Insegnamento della Unione Internazionale di Speleologia. Successivamente i nostri delegati hanno potuto visitare l'Istituto Nazionale Austriaco per la Speleologia di Vienna. Abbiamo partecipato inoltre al 3° Convegno Triveneto di Speleologia che si è tenuto a Vicenza il 17-18-19 novembre 1984.

Attività promozionale - Oltre alla Mostra sulla «Storia della Speleologia in Friuli», il Circolo ha organizzato, in collaborazione con la Sezione udinese del W.W.F. 2 visite guidate in Val Torre e Val Cornappo completato da due conferenze. Abbiamo effettuato le usuali proiezioni di diapositive presso Scuole ed Istituti cittadini.

Particolare significato ha assunto la proiezione, con spiegazioni, dei filmati «Speleogenesis» e «Soccorso speleologico» a scolaresche di Istituti superiori della città. Erano presenti nella sala proiezioni del Museo Friulano di Storia Naturale oltre 200 studenti divisi in 2 turni.

Una folta delegazione del Circolo ha presenziato all'inaugurazione del nuovo e sempre discutibile ingresso della Grotta Nuova di Villanova.

Mondo sotterraneo - E' stato pubblicato — dopo molte traversie tipografiche — il numero 2 (1983) della nostra rivista. Le dimensioni del volume, poichè di volume si tratta, possono far capire quali difficoltà abbia dovuto superare il Circolo, sia per la preparazione, che per il reperimento dei fondi necessari alla stampa.

Il volume è dedicato a Carlo Finocchiaro, la cui presenza al Convegno è stata per noi la sua ultima lezione di vita. Purtroppo dovremo continuare a dedicare i successivi futuri numeri di Mondo sotterraneo al ricordo di cari amici scomparsi. Così il numero del 1984 della nostra rivista, che è in corso di stampa, sarà dedicato a Franco Moro.

Santo Domingo - Si sta finalmente concretizzando l'idea, nata alcuni anni fa, di una spedizione del Circolo nella Repubblica Dominicana. Questo grazie ai risultati

ottenuti dai nostri Soci che in più riprese si sono recati sull'isola caraibica. Qui, in via della fattiva collaborazione di Luciano Saverio Medeot, sono stati sviluppati interessanti contatti con la Sociedad Dominicana de Espeleologia e con il Museo del Hombre Dominicano, che si sono concretizzati nella stesura di una convenzione bilaterale di mutua e reciproca collaborazione.

Abbiamo così gettate le basi per completare il lavoro già iniziato dai singoli (sono già state rilevate alcune cavità) con una spedizione per la cui organizzazione stiamo cercando i necessari contributi e gli indispensabili sponsor.

Un'ultimo accenno a Biblioteca e Magazzino. La prima continua ad arricchirsi sia per acquisti che per scambi e donazioni. E' nato così un problema di spazio che si inserisce nel più vasto problema della sede. Le attrezzature a disposizione nel magazzino sono sufficienti alla nostra attività: desideriamo comunque continuare il rinnovo specialmente delle corde per avere in dotazione sempre materiale che fornisca la massima sicurezza possibile.

Desidero concludere questa relazione con un cenno di ringraziamento a quanti aiutano il Circolo nella sua attività, siano essi Enti Pubblici — come la Regione Friuli Venezia Giulia, la Provincia ed il Comune di Udine — o Istituti di Credito locali.

Sul massiccio del Canin, a Sella Robon, a quota 1900 c'è un nuovo bivacco che offrirà ospitalità agli speleologi ed a tutti coloro che amando la montagna ne fanno la meta delle loro escursioni.

Ma quello che per gli altri è un normale bivacco, come se ne trovano tanti sulle nostre Alpi, per noi e per chi ha voluto donarcelo riveste un significato che trascende l'atto della donazione stessa.

Questo bivacco è sorto a poca distanza dalla vecchia costruzione in pietra risalente alla prima guerra mondiale, rimessa in sesto dall'entusiasmo e dalla iniziativa di Gigi e Stefano che ritenevano opportuno un punto fisso di ricovero per proseguire nella campagna esplorativa sul Robon e sul Lopic, dove erano stati protagonisti negli anni '70 ed all'inizio degli '80.

L'averlo collocato al centro della zona di ricerche del Circolo costituisce una continuità con quanto intrapreso da Loro nel passato.

L'averlo installato in tempi brevissimi lavorando sodo e senza tante casse di risonanza, dimostra nei fatti come gli amici più intimi ed i Soci del C.S.I.F. abbiano voluto sentirli ancora con Loro.

L'esserci trovati tutti insieme domenica 22 settembre 1985 per l'inaugurazione



di questo bivacco che porta i Loro nomi, sta a significare che gli speleologi di tutta la Regione con gli alpinisti del CAI e tutti gli amanti della montagna hanno voluto con un grandissimo abbraccio stringere a sè Gigi e Stefano in questi silenzi assoluti di cui riusciamo a coglierne i giusti significati sia sulle vette più alte come negli abissi più profondi.

Bernardo Chiappa

GIUSEPPE MUSCIO

IL FENOMENO CARSIKO
DELL'AREA CAMEROTA - PALINURO
(SALERNO - CAMPANIA)

a Gigi e Stefano

Riassunto - Dopo l'esame delle caratteristiche geologiche e strutturali dell'area in esame, con particolare riguardo alla neotettonica, vengono descritte alcune cavità esplorate durante una campagna di ricerche organizzata nel 1984.

Particolare attenzione viene posta alle implicazioni idrogeologiche.

Di notevole interesse sono risultati i dati emersi dall'esplorazione di una risorgiva, probabilmente intermittente, di acque solfuree che si apre presso Capo Palinuro nella Cala Fetente.

Abstract - After geological and structural description of the area under study, with particular regard for the neotectonic data, some caves explored in 1984 are described.

A special attention is put in to the idrogeological implications.

The results transpired from the exploration of a spring of sulphuric water in the Cala Fetente, close to Capo Palinuro, are of large interest. In this cave some concretions of sulphur have been found.

1. Premessa

Nel febbraio del 1984 il dr. Stefanon dell'Istituto di biologia del mare del C.N.R. di Venezia ha contattato il Circolo Speleologico e Idrologico Friulano chiedendone la disponibilità e l'interesse ad esplorare alcune cavità del Cilento (prov. di Salerno) con lo scopo di precisarne le caratteristiche idrologiche e di fornire utili indicazioni all'amministrazione comunale di Camerota per lo sfruttamento delle acque.

Il sodalizio ha quindi organizzato una prima spedizione in questa località nella settimana fra il 19 ed il 25 aprile 1984 con il duplice scopo di:

— individuare ed esplorare alcune cavità di cui si presumeva un collegamento con

alcune sorgenti di acqua dolce in mare;

- esplorare con l'appoggio e la fattiva collaborazione del Club Subacqueo Udinese, la grotta di Cala Fetente, interessante risorgiva in comune di Centola-Palinuro.

La spedizione è stata impostata, data la sua brevità, in modo tale da permettere l'approfondimento dei temi relativi al primo punto, mentre per quel che riguarda Cala Fetente l'idea iniziale era quella di porre le basi per una ulteriore spedizione.

Alla campagna del 19-25 aprile 1984 hanno partecipato: B. Chiappa, S. Modonutti, G. Muscio, A. Palumbo, M. Paravano, L. Savoia, U. Sello, T. Sertore e S. Turco del Circolo Speleologico di Udine, R. Boriero, M. Braides, M. Cirio, P. Navarra, L. Tardivello e S. Treppo del Club Subacqueo Udinese, B. Pani socio di ambedue i sodalizi, oltre a E. Parpaiola, subacqueo padovano ed A. Stefanon.

Il gruppo era ospite del Comune di Camerota, particolarmente sensibile agli aspetti idrologici della ricerca, grazie all'interessamento dell'avv. Mazzeo. Per la riuscita della campagna è stato indispensabile e fondamentale l'aiuto del dr. Cupido Lanza.

I primi risultati delle ricerche sono stati presentati alle autorità ed alla popolazione di Camerota presso l'Hotel Egle, la sera del 24 aprile. Successivamente, fra il 5 ed il 16 agosto un gruppo di 6 speleologi udinesi (S. Modonutti, F. Savoia, L. Savoia, U. Sello, T. Sertore e M. Tavano) durante una vacanza con alcuni amici e con due speleologi francesi, ha ripreso l'esplorazione delle cavità della zona ed in particolare della grotta di Cala Fetente. L'attività di ricerca è stata improvvisamente interrotta dal tragico incidente che, il 15.8.1984, è costato la vita agli speleo-sub Stefano Modonutti e Luigi Savoia.

2. Inquadramento geografico

L'area oggetto delle ricerche si estende dal promontorio di Capo Palinuro sino al Massiccio del Monte Bulgheria. Non sono state prese in considerazione le grotte costiere già conosciute per la loro ricca industria litica e, perciò, già oggetto di studio (BLANC & SEGRE, 1953).

Le tavolette IGM alla scala 1:25.000 interessate sono quelle di Camerota e Palinuro, mentre la carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 è il foglio 209 - Vallo della Lucania.

Le caratteristiche idrologiche dell'area sono già state studiate ed, in base ai dati disponibili in letteratura (GUIDA et alii, 1981a) sul bilancio idrologico dell'intero Cilento appare un valore di infiltrazione potenziale di oltre 18 mc/sec, contro un totale



Tav. 1 - Ubicazione dell'area studiata.

di portata delle sorgenti conosciute di circa 14 mc/sec. La differenza che costituisce la potenzialità idrica non ancora individuata (oltre 4 mc/sec), dovrebbe essere quasi completamente a carico dei massicci calcarei, di cui appunto la porzione esaminata del Monte Bulgheria costituisce parte rilevante.

Sono quindi state studiate, oltre l'area di Palinuro, le aree che presumibilmente potevano far capo alle già conosciute sorgenti sottomarine di Porto Infreschi e di Santa Caterina a Cala Bianca. Si tratta delle zone indicate sulla tavoletta IGM come Serra Infreschi, Iscolelli e Manfregiudice, ove non sono presenti corsi d'acqua perenni ma solo incisioni a carattere torrentizio che svolgono la loro funzione di collettori idrici solo durante le piogge più intense (i valori di piovosità media annua variano fra i circa 800 mm di Palinuro ed i 1700 mm di San Giovanni a Piro).

3. Caratteristiche geologico-strutturali

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area oggetto dello studio fa parte della Serie del Monte Bulgheria, che viene considerata (COCCO, 1971) come transizionale fra una Serie Carbonatica costituita da depositi di piattaforma e la Serie di Flysch del Cilento formata da sedimenti prevalentemente terrigeni.

I depositi più recenti (Quaternario) che affiorano in più punti, assumono, come si

vedrà, un particolare significato nella definizione dei movimenti recenti che hanno caratterizzato quest'area.

La Serie del Monte Bulgheria comprende una successione pressochè completa dal Triassico superiore al Miocene, con i terreni più antichi presenti solo nelle zone di costa, mentre i più recenti affiorano solo al bordo di questa unità, più esattamente fra Centola, Celle di Bulgheria e San Giovanni a Piro.

L'andamento generale degli strati è caratterizzato da debole pendenza ed immersione verso Nord. Solo verso l'estremo settentrionale dell'unità si ha un piegamento con rovesciamento degli strati.

Triassico superiore - Dolomie cristalline affioranti fra Marina di Camerota e Cala del Cefalo ad occidente e, ad oriente, fra la Torre del Poggio e Cala Bianca. La potenza indicata nelle Note illustrative della Carta Geologica d'Italia - foglio 209 - Vallo della Lucania (circa 100 m), è puramente indicativo in quanto la base della formazione non affiora nell'area del Monte Bulgheria.

Liassico inferiore - A questa parte del Giurassico appartengono almeno 300 m di successione con calcari, calcari dolomitici e calcareniti, che costituiscono la massima parte del massiccio a S del parallelo di Camerota e la parte occidentale della penisola di Capo Palinuro.

Liassico medio - E' costituito da calciruditi e calcareniti con potenza notevole (oltre 500 m) presenti nella zona di Palinuro, fra Centola e Camerota e fra quest'ultima località e San Giovanni a Piro.

Liassico superiore - Marne, calcari marnosi e calcareniti con circa 150 m di spessore, affioranti estesamente solo presso Licusati. La datazione (Aaleniano-Toarciano) è possibile grazie alla ricca fauna ad ammoniti.

Dogger - Malm - Cretacico inferiore - Calciruditi e calcareniti di potenza variabile (fino a 150 m) che costituiscono la parte superiore del Massiccio del Monte Bulgheria. Il Cretacico è rappresentato da una ventina di metri di età Beriasiana.

Cretacico superiore - Circa 100 metri di calciruditi e calcareniti costituiscono i terreni datati a quest'ultima parte del Mesozoico. Gli affioramenti, assai limitati, sono localizzati a N di Centola ed a W di Licusati.

Senoniano superiore - Oligocene - Sono attribuite a questo lasso di tempo alcune decine di metri di calcareniti e calcari marnosi in facies di «scaglia» presenti presso la stazione di Centola e ad W di Licusati. Poggiano in continuità stratigrafica sui terreni del Cretacico superiore.

Miocene inferiore-medio - Pochi metri di calcareniti, arenarie e siltiti affioranti al bordo settentrionale del massiccio del Monte Bulgheria, costituiscono la «chiusura» della serie esaminata.

Pliocene - Nell'area di Centola affiora una potente successione (circa 100 m) di conglomerati e sabbie attribuiti al Pliocene. SGROSSO & CIAMPO (1966), correlano invece questi sedimenti con quelli del Calabriano.

Quaternario - I terreni di questo periodo rappresentano sia depositi di tipo lacustre che marini. I sedimenti del primo tipo, caratteristici dell'area di Licusati, affiorano anche in altri punti, per esempio a N di Infreschi. Questi depositi (conglomerati, sabbie, travertini ecc.) sono datati al Pleistocene inferiore-medio.

I sedimenti marini sono costituiti soprattutto da depositi marini del Calabriano che fatti tettonici hanno dislocato fino a 400 m di quota, presenti diffusamente fra Camerota e Licusati (APRILE et alii, 1984). Più recenti sono i depositi di spiaggia probabilmente collegati alle oscillazioni del Tirreniano e Versiliano (APRILE et alii, 1984) presenti a quota 2m e 8m e seguibili lungo la costa fra Gaeta e Praia. Deposit continentali olocenici si ritrovano soprattutto alle falde dei rilievi calcarei e lungo le valli fluviali.

Tettonica - Sia nella zona del M. Bulgheria che in quella di Capo Palinuro, presenta due ordini di faglie dirette con andamento N-S e E-W (COCCO, 1971). Di maggiore interesse, comunque, è il sovrascorrimento della zona settentrionale ed orientale dell'Unità del Monte Bulgheria al di sopra del Flysch del Cilento, mentre la situazione si inverte nella zona occidentale.

4. Caratteristiche idrologiche

L'area del Cilento è stata studiata approfonditamente dal punto di vista idrogeologico: di particolare interesse il lavoro di GUIDA et alii (1981a). Dai dati esposti dagli autori il complesso carbonatico del Monte Bulgheria viene considerato come caratterizzato da due linee di deflusso: una verso N facente capo alle numerose piccole sorgenti presenti fra Acquaviva e Celle di Bulgheria, l'altra verso S, facente capo alle sorgenti marine di Santa Caterina a Cala Bianca e di Porto Infreschi, nonché a quella presente al largo, ad E di San Giovanni a Piro (Tav. 2).

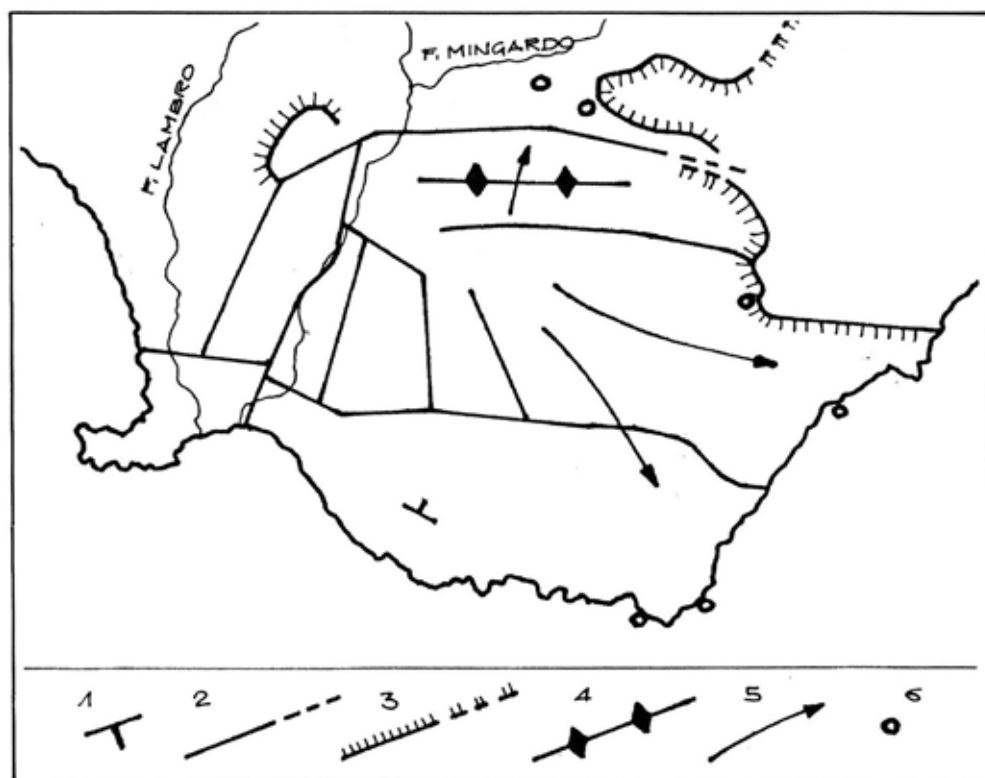
Ancor più GUIDA et alii (1980) sostengono l'importanza di queste ultime sorgenti, sostenendo che la loro portata sarebbe nettamente superiore a quella complessiva delle sorgenti a N (25 l/sec). Di conseguenza la linea di deflusso principale sarebbe quella verso S. In effetti valori puramente indicativi sulla portata delle sorgenti di Santa Caterina e di Porto Infreschi (circa 50-100 l/sec) stimati da STEFANON (1984), sembrano rafforzare questa ipotesi.

Sempre in relazione al complesso calcareo del Monte Bulgheria, GUIDA et alii

(1980) sostengono che questo «...è mediamente permeabile per fratturazione in quanto i diversi livelli impermeabili intercalati ed un carsismo ipogeo poco sviluppato, limitano la circolazione sotterranea ed impediscono accumuli definiti».

Se quest'ultima affermazione in base ai dati da noi raccolti può essere valida, resta da porre un'importante correzione sull'influenza del fenomeno carsico che è tutt'altro che poco sviluppato, anche se i fenomeni epigei non sono molto diffusi. Resta l'importanza e l'estensione di alcune cavità che, invece, mostrano di avere avuto, in tempi non troppo remoti, una notevole attività idrica, la cui «scomparsa» è da mettere certamente in relazione con i movimenti che hanno caratterizzato quest'area in tempi recenti.

Il Cilento, infatti, emerso certamente in conseguenza della fase tettonica medio-pliocenica, subisce nei periodi successivi un generale innalzamento accompagnato però da momenti in cui la tendenza si inverte, con abbassamento della zona (non si spiegherebbero altrimenti le cavità naturali presenti al di sotto del livello marino, una, a



Tav. 2 - Schema idrogeologico del Massiccio del M. Bulgheria (Guida et al., 1981 a).

1 - giacitura degli strati; 2 - faglia; 3 - sovrascorrimento; 4 - asse di piega; 5 - probabili linee di deflusso; 6 - sorgenti.

E di Porto Infreschi si apre alla profondità di 16 m). La risultante finale resta quella di un innalzamento notevole (evidenziato dalla presenza di depositi di spiaggia del Calabrianiano a circa 400 m s.l.m. e delle più recenti linee di costa tirreniane e versiliane rispettivamente posta a 8 e 2 m s.l.m.).

Questi complessi movimenti hanno interessato non solo l'intero blocco del Monte Bulgheria ma, probabilmente, in maniera differenziale anche alcune strutture minori (GUIDA et alii, 1981 b) con la possibilità anche di basculamenti (APRILE et alii, 1984). Proprio a questo tipo di movimento potrebbe essere legata la «scomparsa» dell'attività idrica precedentemente accennata.

5. Carsismo

L'area esaminata è limitata alla fascia più prossima alla costa e perciò interessa quasi esclusivamente i depositi del Liassico inferiore ma, in realtà, la maggior parte della successione del Monte Bulgheria si presenta interessante per la sua potenzialità carsica.

E' da notare tuttavia che i fenomeni carsici superficiali, per quanto si è potuto osservare, sono relativamente limitati (sono state localizzate, per esempio, alcune doline a N di Licusati) e le grotte visitate sono quasi completamente inattive.

In vari affioramenti lungo la costa si possono notare begli esempi di campi solcati. Notevole interesse rivestono i depositi di terre rosse.

Per le caratteristiche diverse delle aree carsiche esaminate, si è ritenuto opportuno dividere nelle due sottozone di Palinuro e di Camerota le cavità studiate.

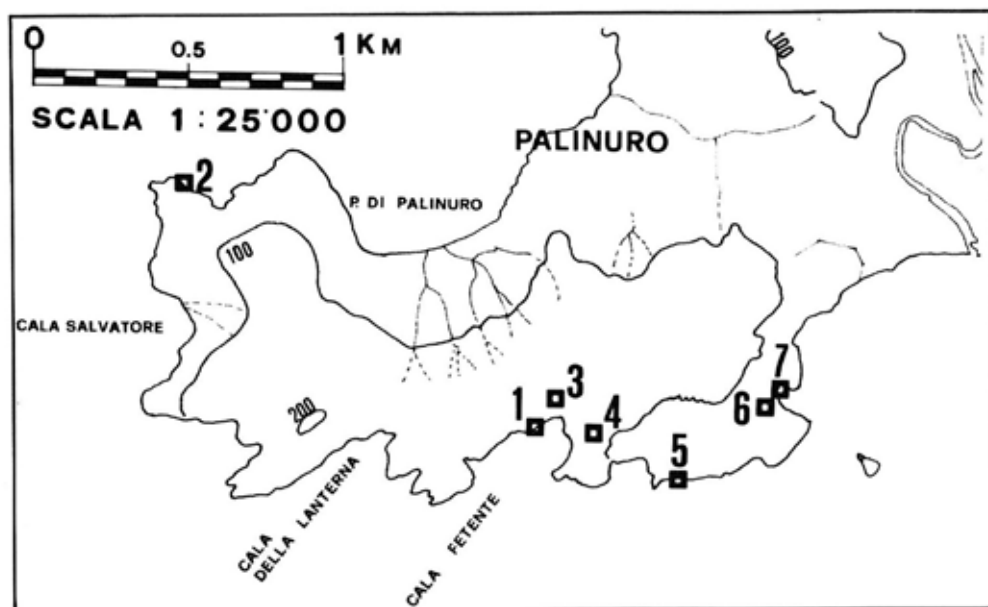
5.1. - Promontorio di Capo Palinuro

Grotta di Cala Fetente (n. 1, tav. 3)

Comune di Centola-Palinuro - Località Cala Fetente - Quota ingresso 0 m s.l.m.
- Posizione 40°01'28" N, 2°49'50" E - Lunghezza 370 m - Dislivello +35 m, -15 m -
Rilevatori: G. Muscio, S. Modonutti, L. Savoia, F. Savoia (CSIF).

Si tratta indubbiamente del fenomeno carsico più interessante della zona. L'ingresso si apre nella Cala Fetente, nella parte settentrionale del promontorio ed è facilmente individuabile per la sua apertura quasi semicircolare e larga circa 8 m.

Un primo tratto percorribile per circa 15 metri, dà in un grande lago interno formato da acqua salata ed acqua solfurea. Nel periodo della esplorazione (aprile



Tav. 3 - Promontorio di Capo Palinuro: localizzazione delle cavità esplorate.

1984) era presente in superficie una sottile lama di acqua dolce che limitava la presenza di gas solfurei e, quindi, di cattivi odori. Questo lago è lungo circa 76 m con una strettoia (1 m circa) a metà percorso, mentre la larghezza varia fra i 5 e gli 8 m.

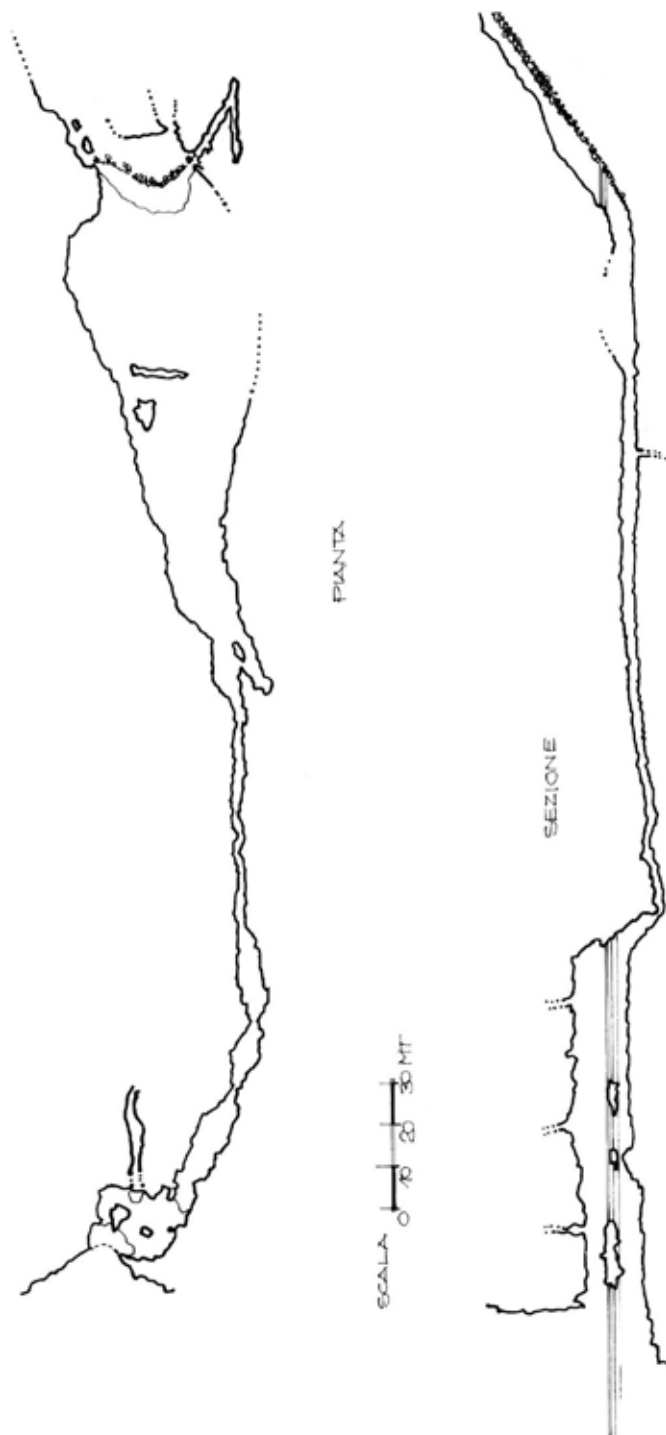
La sala che costituisce la seconda parte del lago ha una volta molto ampia costellata da vari camini in gran parte sede di numerose colonie di pipistrelli. Nella parte finale della sala, presso un «ripiano» a circa 1 m sul livello dell'acqua è stato individuato un gruppo di concrezioni particolari di un colore giallo intenso, chiaramente indicativo della presenza di depositi di zolfo. Alcuni campioni sono stati raccolti per lo studio.

Il sifone vero e proprio si apre ad alcuni metri dalla fine del lago ma è più comodamente percorribile direttamente dall'inizio della cavità.

La galleria sommersa per un tratto di circa 70 m prosegue con caratteristiche di condotta forzata ed andamento pressochè rettilineo e con un diametro che non supera mai i 2 metri. Alla fine il sifone si allarga notevolmente e mostra dimensioni tali che, percorso per un'altro centinaio di metri, non è stato possibile individuare la posizione di una delle due pareti laterali mentre l'altezza rimane dell'ordine dei 3-4 m. In questo tratto, al fondo, è stata notata la presenza di una estesa frattura che si apre a pozzo ed è stata discesa per alcuni metri.

Terminato il sifone (lungo quindi oltre 280 metri se percorso dall'ingresso della

CIRCOLO SPELEOLOGICO IDROLOGICO FRIULANO - UDINE
GROTTA DI CALA FETENTE - PALINURO (SA)



RILEVATORI: G. MUSCO, S. MODONUTTI, T. SAVOIA, L. SAVOIA
APRILE 1984 - AGOSTO 1984

cavità) si apre un lago interno che dà accesso ad un salone la cui parete frontale è costituita da un'enorme accumulo di massi di crollo. Questo fronte di frana è stato risalito per qualche decina di metri durante la prima esplorazione compiuta dagli speleo-sub Stefano Modonutti, Luigi Savoia ed Enrico Parpaiola, senza notare comunque evidenti prosecuzioni. Sono stati notati invece alcuni rami laterali, la cui esplorazione non è stata completata.

Alla fine del tratto a condotta forzata è presente una piccola galleria sommersa, quasi parallela al sifone principale, che è stata visitata per una decina di metri e che si chiude con presenza di abbondanti depositi limosi. Un altro piccolo sifone è presente proprio all'inizio della cavità ed è quello ove è avvenuto l'incidente del 15.8.1984: si tratta di un cunicolo, piuttosto stretto, lungo circa 35 m.

Le caratteristiche delle acque, escluso l'area più prossima al mare ove i fenomeni di miscelazione sono più intensi, sono costanti all'interno della cavità, fino alla fine della condotta forzata le cui pareti sono coperte da colonie di solfobatteri, sotto forma di una sostanza biancastra, filamentosa. Quando il sifone si allarga, queste colonie spariscono e sulle pareti sono presenti solo depositi limosi ed alghe. Anche la temperatura dell'acqua subisce variazioni: nell'aprile si aggirava attorno ai 27° nella parte iniziale del condotto subacqueo, mentre nell'ultima esplorazione di agosto l'acqua era molto più fredda e non era presente la lamina d'acqua dolce alla superficie del primo lago.

La polla ha caratteristiche molto variabili — anche nel giro di poche ore — quanto a portata e presenza o meno di solfobatteri. Con ogni probabilità essa risente delle escursioni, anche se minime, della marea.

Grotta Azzurra (n. 2, tav. 3)

Comune di Centola-Palinuro - Località Torre della quaglia - Quota ingresso 0 m s.l.m. - Posizione 40° 01' 51" N, 2° 49' 00" E - Lunghezza 298 m rilevati +350 m esplorati - Rilevatori: F. Savoia, U. Sello, M. Tavano (CSIF).

La cavità, assai conosciuta nella zona, si apre in una insenatura presso l'estremo nord-occidentale del promontorio di Capo Palinuro.

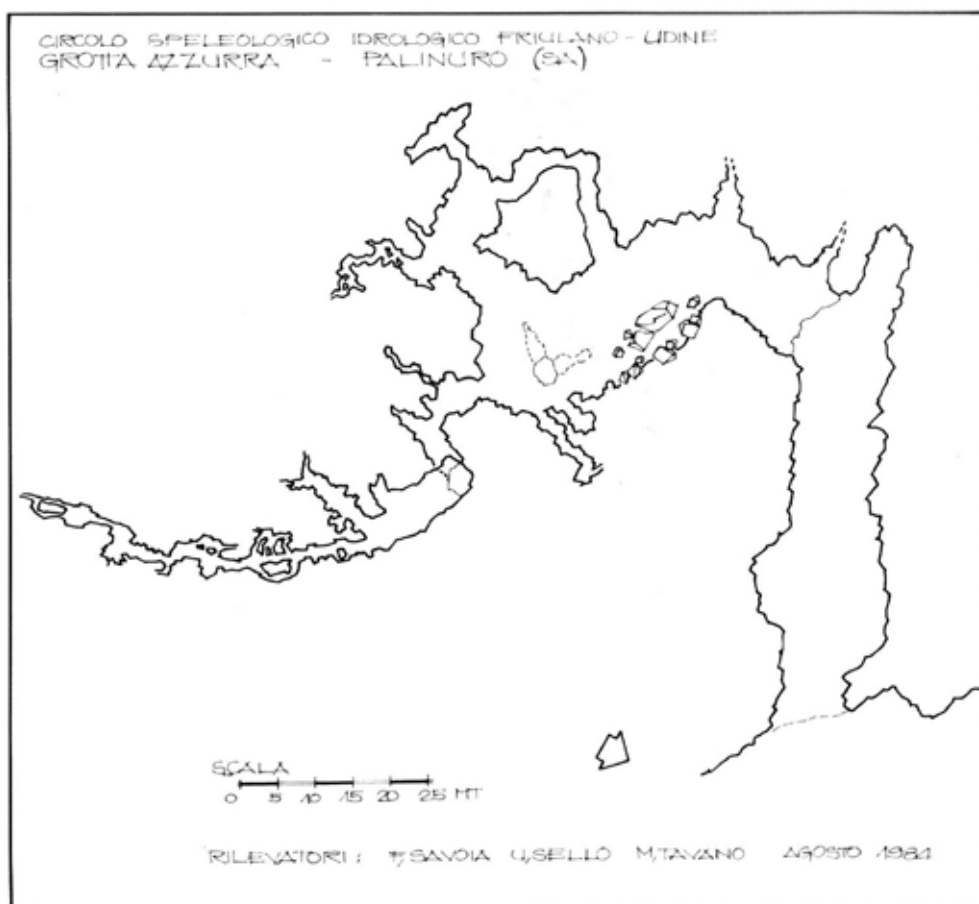
Il primo tratto viene percorso con il gommone (battelli portano regolarmente i turisti a visitare questa prima parte della grotta) per poi «approdare» dopo circa 50 m dall'ingresso. Da qui prosegue una larga galleria che si sviluppa prima con direzione N-S per poi piegare verso NW-SE; queste due direzioni sono quelle che caratterizzano, assieme alla E-W, l'andamento di tutta la cavità, in accordo con le lineazioni tettoniche caratteristiche del promontorio.



Foto 1 - L'ingresso della Grotta di Cala Fetente. (Foto S. Turco)



Foto 2 - Lago interno della Grotta di Cala Fetente. Gli speleo-sub Stefano Modonutti e Luigi Savoia durante una delle esplorazioni dell'aprile '84. (Foto S. Turco).



Tav. 5 - Rilievo della Grotta Azzurra.

Nel tratto finale della galleria si apre un piccolo lago-sifone che è stato esplorato dagli speleo-sub. Dopo un primo pozzo profondo circa 5 m, si accede ad un'ampia sala da cui si intravede la luce proveniente dal sifone principale che si apre alla fine del tratto percorribile con il gommone. In direzione opposta si notano 4 diramazioni pressoché parallele. Quella più ampia è stata percorsa per circa 50 m con gallerie simili ad un labirinto e caratterizzate dalla presenza di una notevole quantità di sedimenti chiari alle pareti. La presenza di questi depositi aumenta a tal punto da rendere impraticabile la galleria. E' stata notata solo in questa galleria la presenza di solfobatteri. Al termine dell'esplorazione gli speleo-sub avevano i polpastrelli delle dita completamente rovinati, come bucherellati da sottilissimi aghi.

La profondità massima raggiunta è stata di 12 m.

Lungo il sifone principale, che conduce verso l'uscita, è stata notata la presenza sulle pareti di un elevato numero di rose di mare (Retepora-Brioza).

La parte emersa della cavità presenta, dopo il lago-sifone, due prosecuzioni: quella di destra, dopo vari cunicoli, riconduce all'ingresso della cavità, quella di sinistra, invece, prosegue in leggera ascesa.

In un ramo laterale si apre un pozzo che, con un salto di 6 m, conduce al livello del mare. L'ultimo tratto della galleria mostra la tipica sezione a condotta forzata, sono presenti molte concrezioni ed il pavimento è ricoperto in più punti da sottili ammassi cristallini di gesso. L'origine di questa mineralizzazione potrebbe essere collegabile alla presenza di acque solfuree, analogamente a quanto visto per la Grotta di Cala Fetente (FORTI, 1985).

Caverna sopra Cala Fetente (n. 3, tav. 3).

Comune di Centola-Palinuro - Località Cala Fetente - Quota ingresso 120 m s.l.m. - Posizione 40° 01' 30" N, 2° 49' 50" E - Lunghezza 20 m - Rilevatori: M. Beghin, J.P. Melano (RAS - France).

Si tratta di un grande cavernone con apertura ellittica (altezza massima 5 m) che si trova al di sopra dell'ingresso della Grotta di Cala Fetente. La cavità è raggiungibile dalla strada che porta al faro di Capo Palinuro ed è facilmente visibile dalla Torre di Cala Fetente.

La caverna si sviluppa completamente nel conglomerato.

Grotta presso la Torre di Cala Fetente (n. 4, tav. 3)

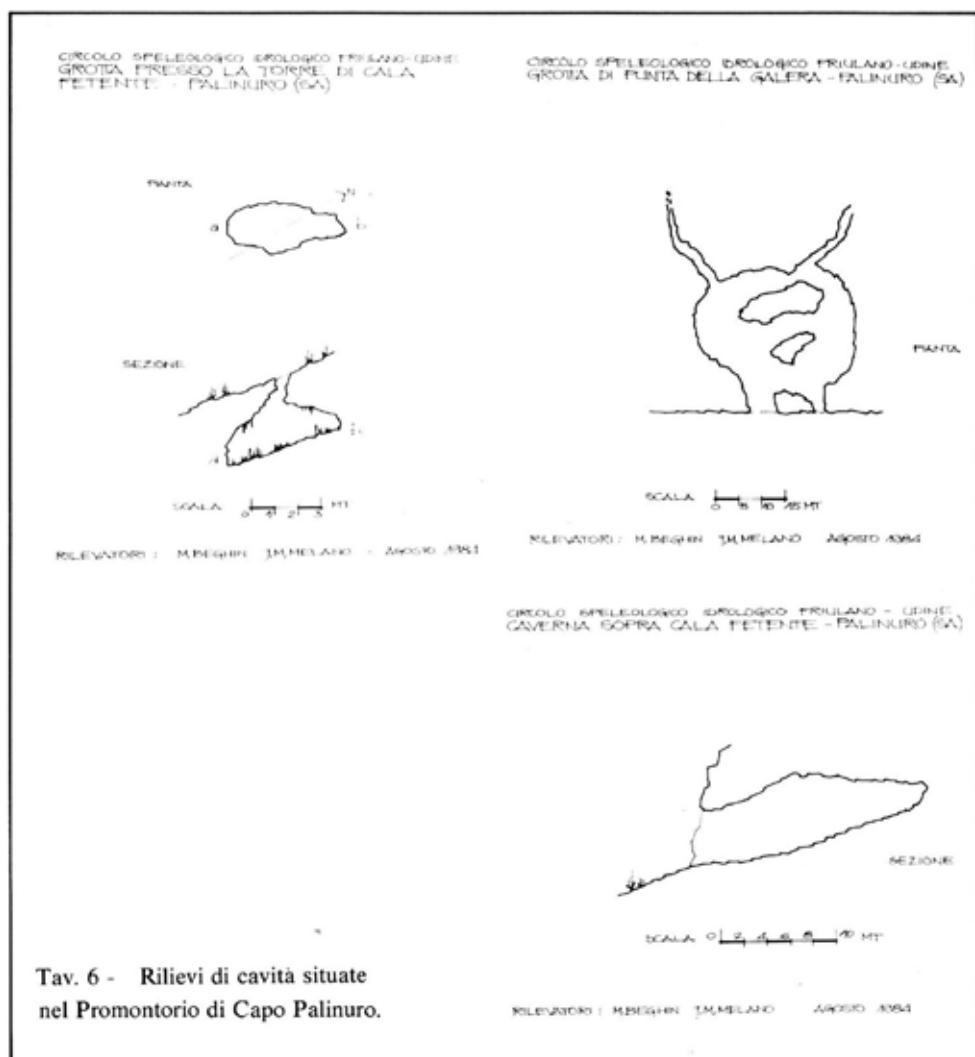
Comune di Centola - Palinuro - Località Torre di Cala Fetente - Quota ingresso 130 m s.l.m. - Posizione 40° 01' 23" N, 2° 49' 56" E - Lunghezza 5 m - Profondità 4 m - Rilevatori: M. Beghin, J.M. Melano (RAS - France).

L'ingresso è costituito da un piccolo pozzo visibile anche dal mare, che dà accesso ad una piccola sala (altezza massima 1.5 m) ben concrezionata.

Grotta di Punta della Galera (n. 5, tav. 3)

Comune di Centola-Palinuro - Località Punta della Galera - Quota ingresso 0 m s.l.m. - Posizione 40° 01' 20" N, 2° 50' 09" E - Lunghezza 50 m - Rilevatori: M. Beghin, J.M. Melano (RAS - France).

Cavità che si apre a livello del mare poche decine di metri ad oriente di Punta della Galera. Accessibile con il gommone, presenta due aperture non molto grandi che



danno accesso ad un salone di circa 20 x 20 m. Al fondo sono presenti due prosecuzioni visitate ognuna per una decina di metri e che terminano in fessura.

La grotta è riccamente concrezionata ed alcune delle stalattiti sono completamente nere.

Nell'area di Palinuro sono presenti altre cavità che sono state oggetto solo di una rapida visita.

Di fronte allo Scoglio del Coniglio sono state individuate due cavità raggiungibili con la strada che conduce ad un Residence di nuova costruzione. La prima (n. 6, tav. 3) è costituita da un pozzo con due ingressi che si apre ad alcune decine di metri di

quota. La seconda (n. 7, tav. 3), situata ai piedi di una parete, si apre al livello del mare ed è stata visitata per una decina di metri.

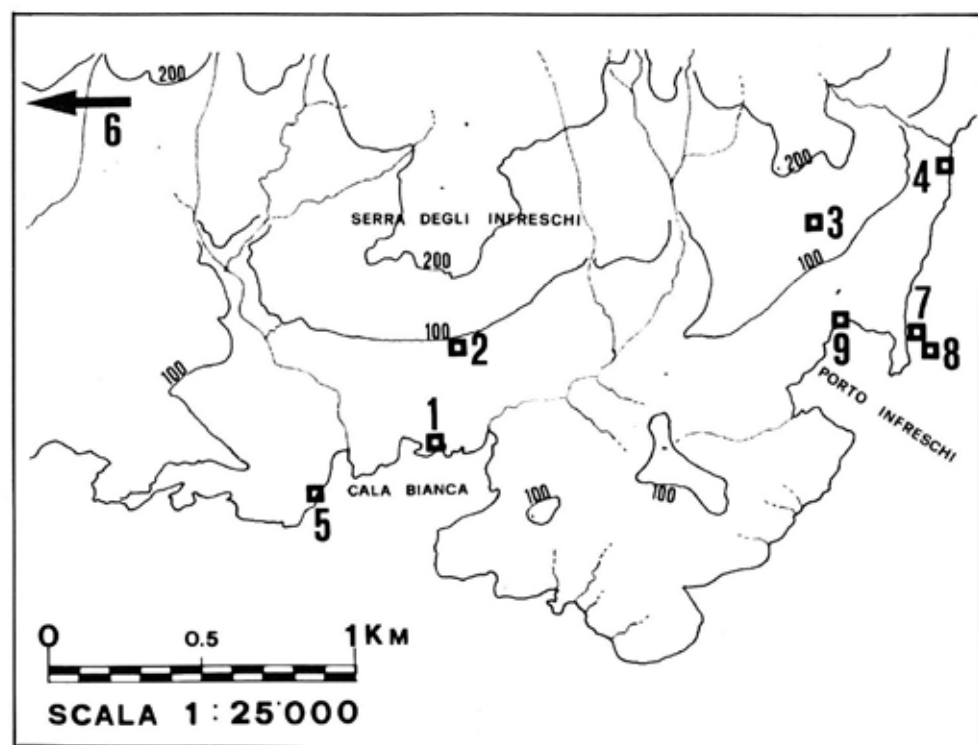
In un'altra cavità raggiungibile con il battello e meta di visite turistiche (n. 8, tav. 3) sono state esplorate gallerie emerse per oltre un centinaio di metri.

5.2. - Area ad oriente di Marina di Camerota

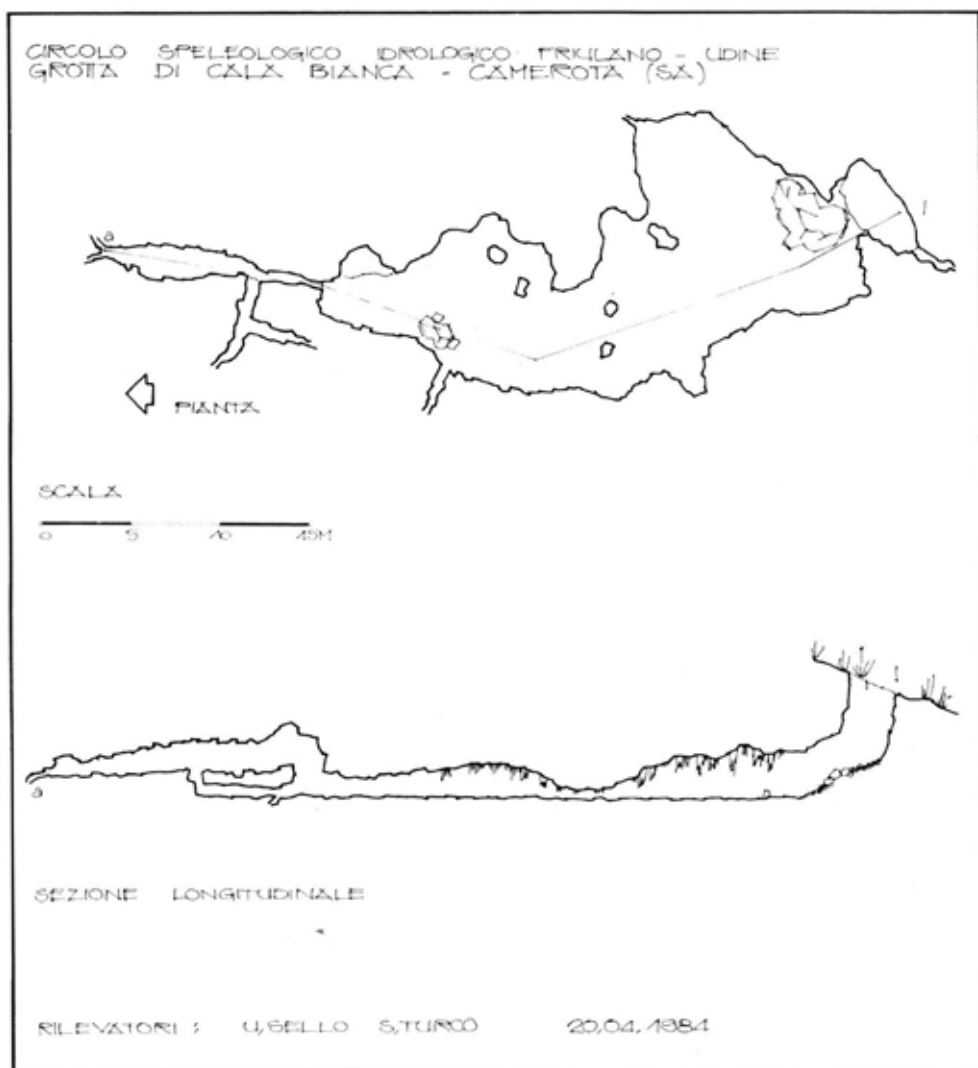
Grotta di Cala Bianca (n. 1, tav. 7)

Comune di Camerota - Località Cala Bianca - Quota ingresso 18 m s.l.m. - Posizione $39^{\circ} 59' 49''$ N, $2^{\circ} 57' 31''$ E - Lunghezza 71 m - Profondità 6 m - Pozzo d'accesso 5 m - Rilevatori: U. Sello, S. Turco (CSIF).

Si tratta di una piccola cavità posta a pochi metri di distanza dalla sorgente di Santa Caterina a Cala Bianca. E' facilmente localizzabile seguendo il sentiero che conduce alla zona detta Iscolelli.



Tav. 7 - Area di Marina di Camerota: localizzazione delle cavità esplorate.



Tav. 8 - Rilievo della Grotta di Cala Bianca.

L'ingresso è costituito da un piccolo pozzo facilmente superabile che dà accesso ad una saletta dalla volta riccamente concrezionata. Non sono presenti le corrispondenti stalagmiti, ricoperte dai riempimenti presenti in grande quantità e che hanno quasi occluso la grotta.

L'attività idrica della cavità è molto ridotta: essa raccoglie solo le acque meteoriche della zona circostante. Il pavimento della grotta, pur costituito da sedimenti sciolti, mostra deboli segni di incisione solo nel tratto finale.

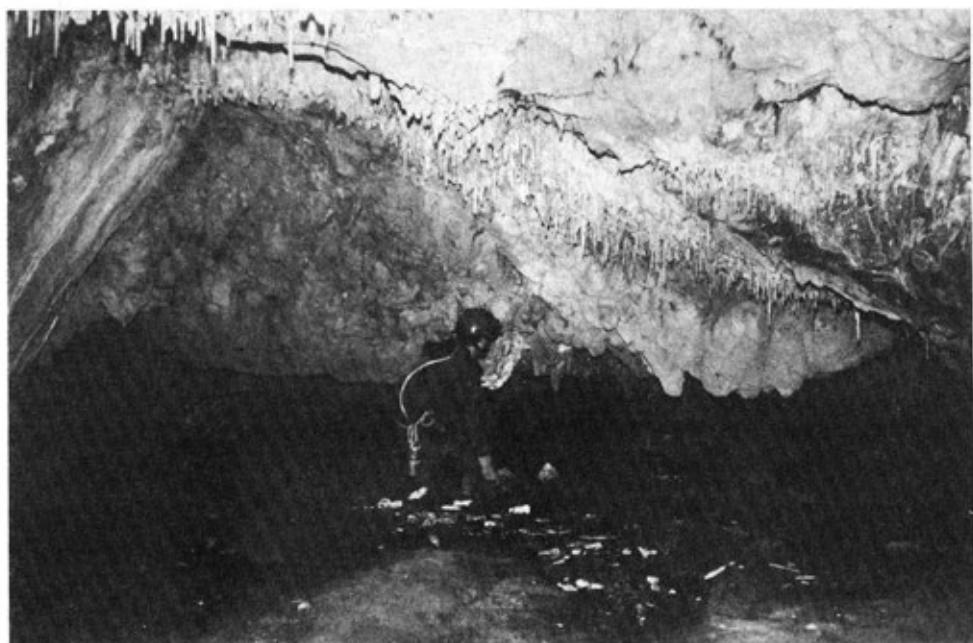


Foto 3 - Interno della Grotta di Cala Bianca. Da notare la grande quantità di «riempimento» presente ed il debolissimo segno di ruscellamento. (Foto U. Sello)



Foto 4 - Ingresso della Grotta di Cala Bianca.

Grotta degli Iscolelli (n. 2, tav. 7)

Comune di Camerota - Località Iscolelli (a S di Serra Infreschi) - Quota ingresso 80 m s.l.m. - Posizione 39° 59' 57" N, 2° 57' 37" E - Lunghezza 93 m - Profondità 75 m - Rilevatori: G. Muscio, U. Sello, A. Palumbo (CSIF).

Si tratta di un enorme cavernone utilizzato anche come ovile (i segni evidenti di questa funzione sono presenti soprattutto nel lato settentrionale della cavità).

Il perimetro totale è di oltre 200 m, dato che la pone fra le maggiori cavità dell'area. Fenomeni particolarmente interessanti (e significativi forse per la geologia dell'intera zona) sono le numerose concrezioni inclinate e, per la massima parte, non più attive. Solo in alcuni punti lo stillicidio è ancora intenso ed ha permesso le formazioni di piccole vaschette ricche di pisoliti.

I «riempimenti» sono presenti in quantità notevole.

Fenomeni di crollo, avvenuti forse in più riprese, hanno occluso le prosecuzioni esistenti. Sono percorribili solo alcuni pozzi (si sono superati i 70 m di profondità) ma con notevole pericolo ed è necessario puntellare la volta spesso costituita da massi e terriccio instabili.

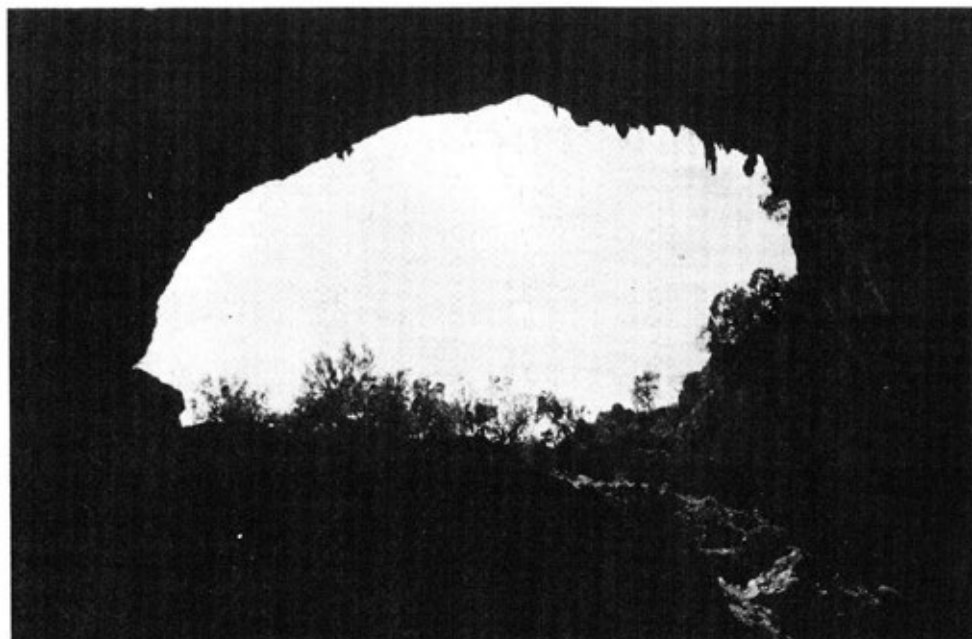
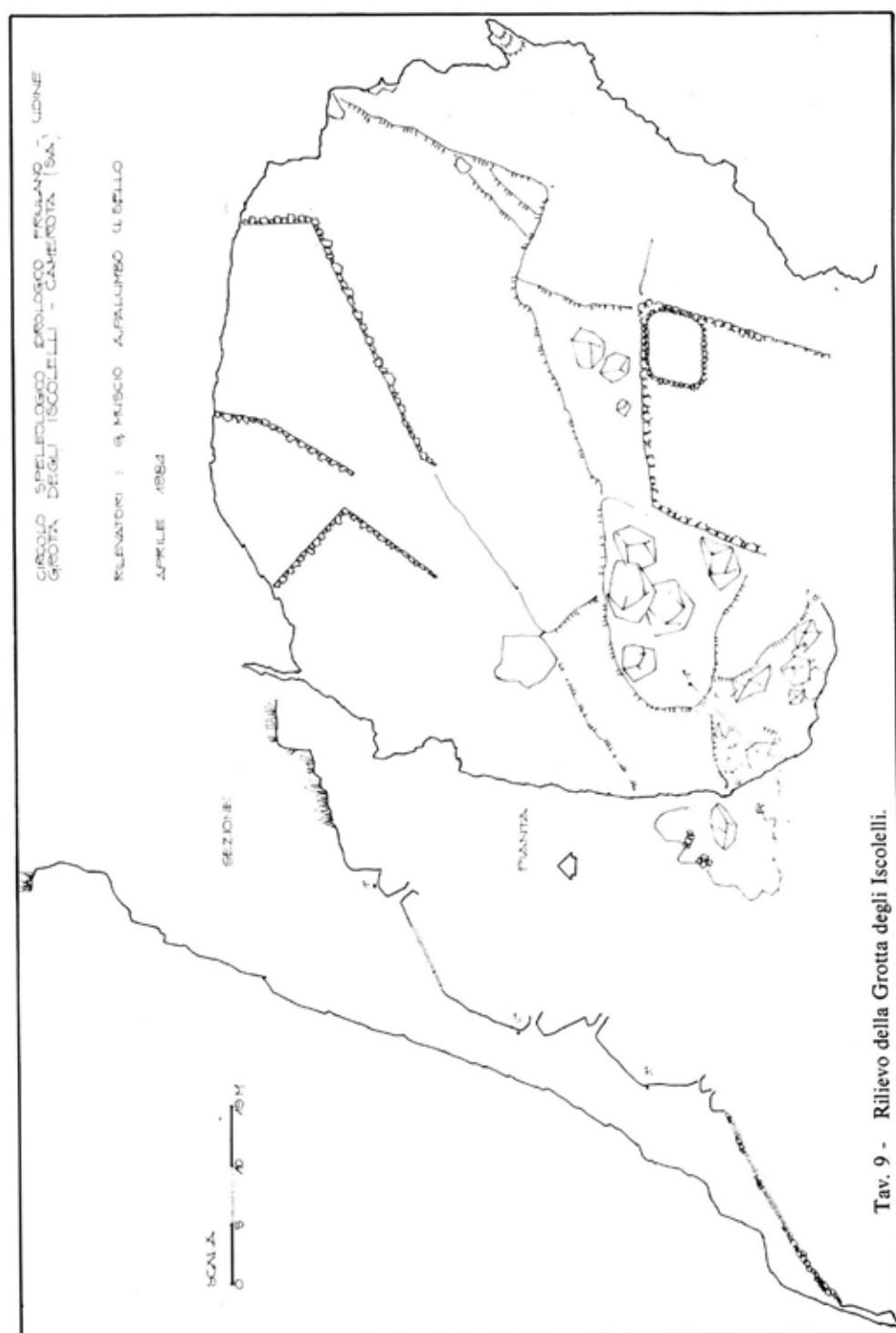


Foto 5 - L'enorme ingresso della Grotta degli Iscolelli.



Tav. 9 - Rilievo della Grotta degli Iscolelli.



Foto 6 - Pozzo interno nella Grotta degli I-scolelli. (Foto U. Sello)

Grotta di Manfrejudice (n. 3, tav. 7)

Comune di Camerota - Località Manfrejudice - Quota ingresso 155 m s.l.m. - Posizione 40° 00' 10" N, 2° 58' 26" E - Lunghezza 133 m - Profondità 15 m - Rilevatori: A. Palumbo, M. Paravano, U. Sello (CSIF).

Da un largo pozzo che si apre a quota 155 m alla base del costone roccioso che affiora nel versante E della zona di Manfrejudice, si accede in un salone di grandi dimensioni che prosegue con più rami.

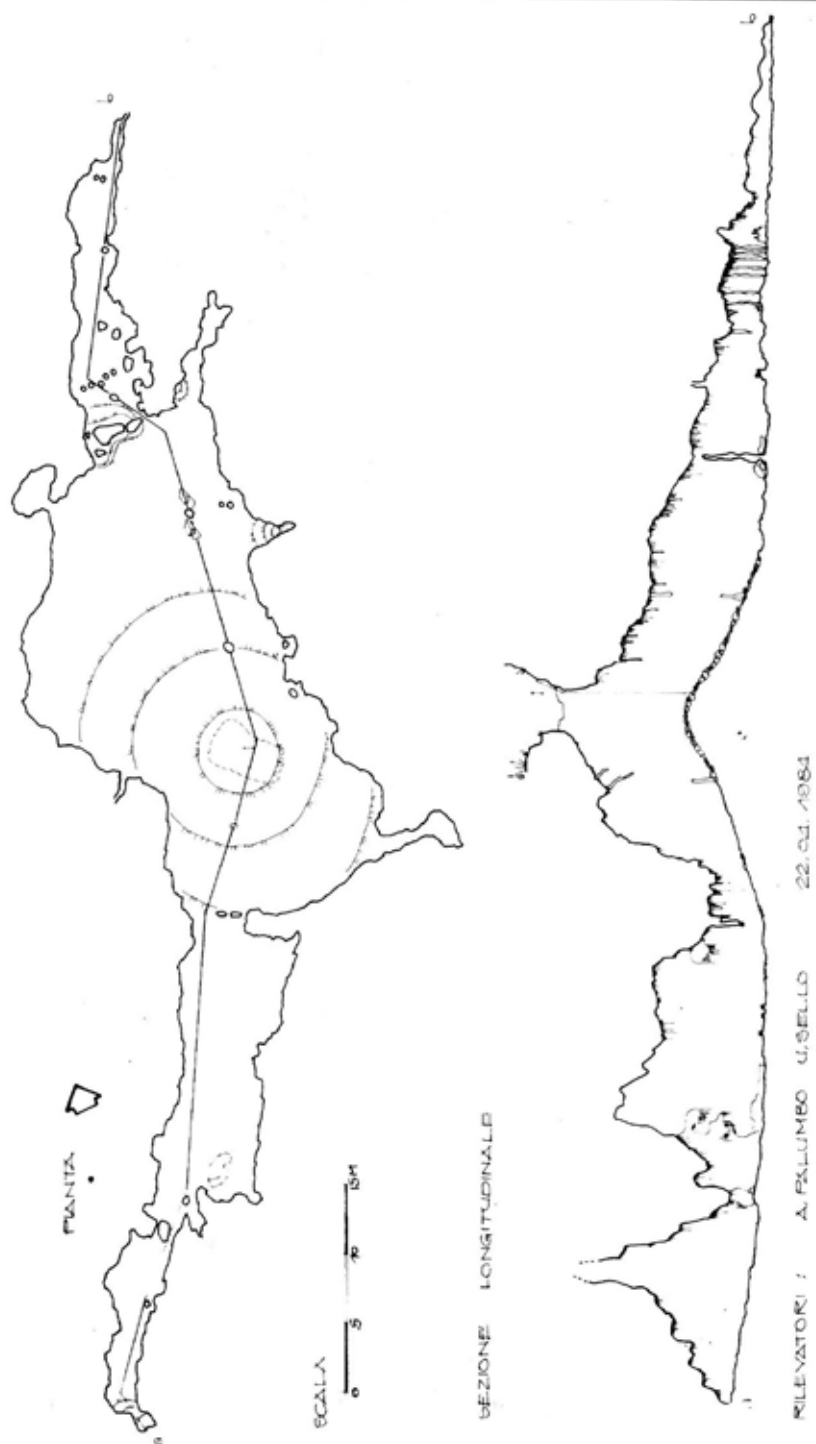
Di questi solo due hanno dimensioni superiori alla decina di metri e sono posizionati uno di fronte all'altro. Originariamente la grotta era costituita da una sola galleria principale (riccamente concrezionata) divisa poi in due parti dal crollo della volta centrale che ha creato il pozzo d'accesso: alla sua base è infatti presente un accumulo di materiale di crollo su cui è cresciuto un grande fico.

Grotta di Galato (n. 4, tav. 7)

Comune di Camerota - Località Manfrejudice - Quota ingresso 28 m s.l.m. - Posizione 40° 00' 16" N, 2° 58' 13" E - Lunghezza 52 m - Rilevatori: A. Palumbo, U. Sello (CSIF).

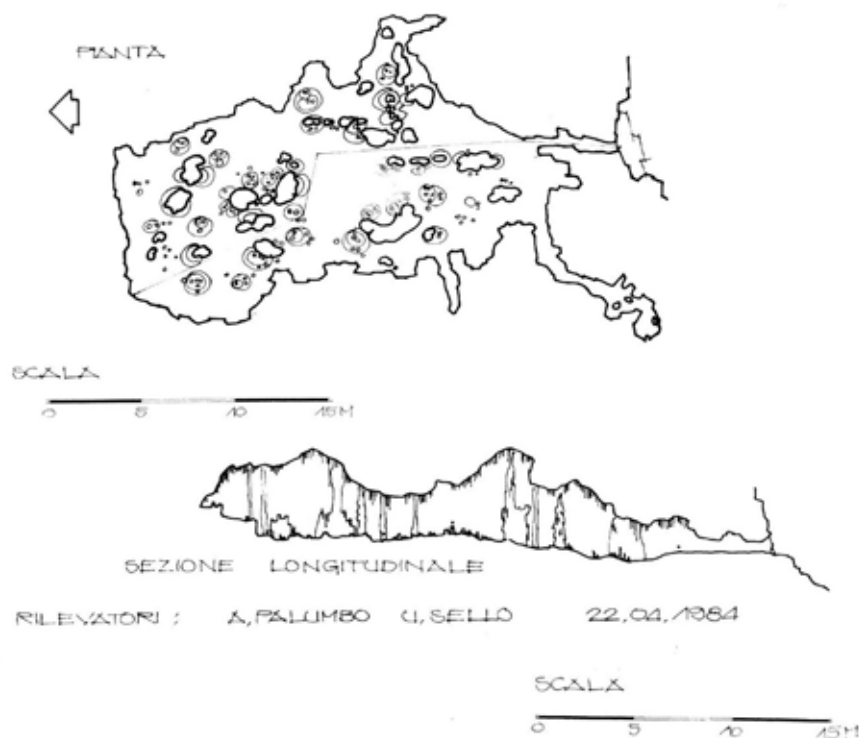
L'accesso è costituito da un piccolo cunicolo, lungo circa 5 m, del diametro di

CIRCOLO SPELEOLOGICO IDROLOGICO TRIULZANO - UDINE
GROTA DI MANFREJUDICE - CARNEROVA (SA)

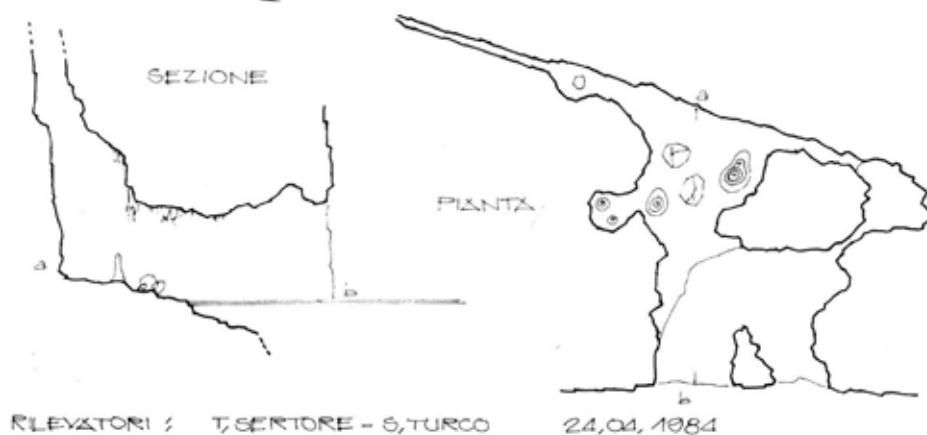


Tav. 10 - Rilievo della Grotta di Manfrejudice.

CIRCOLO SPELEOLOGICO IDROLOGICO FRIULANO - UDINE
GROTTA DI GALATO IN LOC. ATTIERI - CAMEROTA (SA)



CIRCOLO SPELEOLOGICO IDROLOGICO FRIULANO - UDINE
GROTTA DEI 2 PORTALI - CAMEROTA (SA)



Tav. 11 - Rilievi della Grotta di Galato e dei Due Portali.

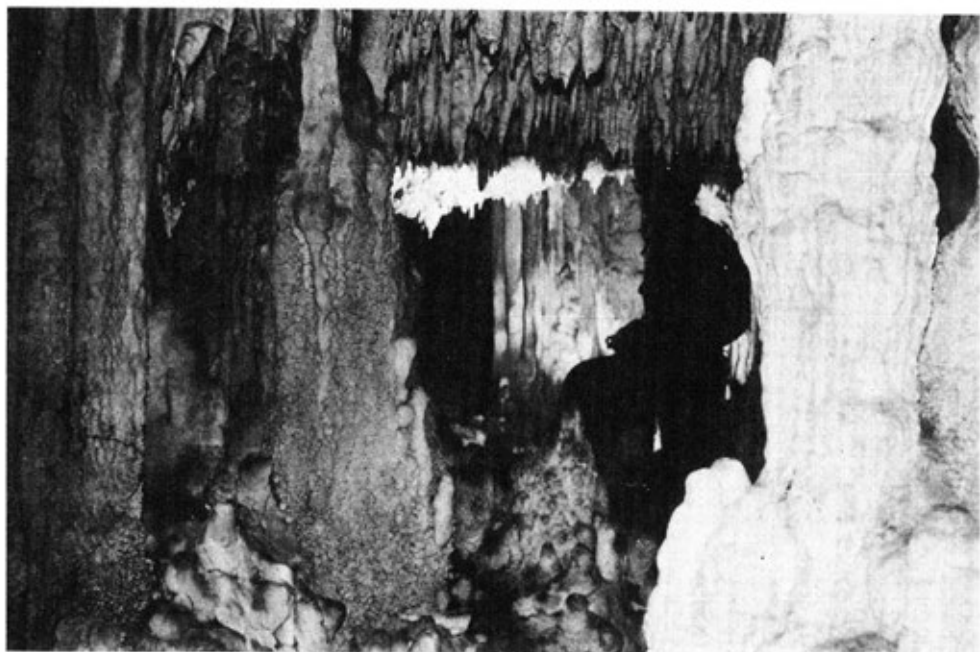


Foto 7 - Interno della Grotta di Galato. (Foto U. Sello)

circa 1 m che si apre circa 5 m sopra il sentiero che costeggia il mare ad E della zona di Manfrejudice.

Si tratta di un unico salone diviso in più parte dalle moltissime concrezioni (molto belle anche se in parte già asportate o recanti segni di vandalismo). La temperatura interna della cavità (20°) è notevolmente superiore a quella delle altre grotte della zona di Camerota.

Grotta dei Due Portali (o di Pozzallo) (n. 5, tav. 7)

Comune di Camerota - Località Cala Bianca - Quota ingresso 0 m s.l.m. - Posizione 39° 59' 44" N, 2° 57' 46" E - Lunghezza 51 m rilevati + 10 m esplorati - Rilevatori: T. Sertore, S. Turco (CSIF).

E' la prima cavità che si incontra entrando nell'insenatura di Cala Bianca da occidente. Il nome della grotta è legato alla presenza di due ingressi subito comunicanti e che, dopo pochi metri, danno accesso alle gallerie interne.

Grotta del Trarro (n. 6, tav. 7)

Comune di Camerota - Località Trarro - Quota ingresso 220 m s.l.m. - Posizione

40° 01' 05" N, 2° 54' 23" E - Lunghezza 82 m - Profondità 18 m - Pozzo d'accesso 2 m - Rilevatori: A. Palumbo, U. Sello (CSIF).

Si tratta di una cavità sub-orizzontale posta al di fuori dell'area principale di ricerca (si trova, infatti, circa 2200 m ad E di Lentiscosa).

L'accesso è costituito da un pozzetto di 2 m cui segue una galleria con pendenza da prima dolce e poi più accentuata. E' sede di una grande colonia di pipistrelli mentre gran parte delle concrezioni che la ornavano risultano asportate. Il forte concrezionamento della parte finale impedisce ogni ulteriore prosecuzione.

Risorgiva di Punta Infreschi (n. 7, tav. 7)

Comune di Camerota - Località Porto Infreschi - Quota ingresso - 2 m s.l.m. - Posizione 39° 59' 56" N, 2° 58' 39" E - Lunghezza 35 m - Rilevatore: F. Savoia (CSIF).

La grotta si apre con due ingressi subacquei a circa 100 m dal porto naturale di Infreschi, proseguendo verso Sapri.

La cavità è stata visitata per la presenza, al suo interno, di una piccola sorgente



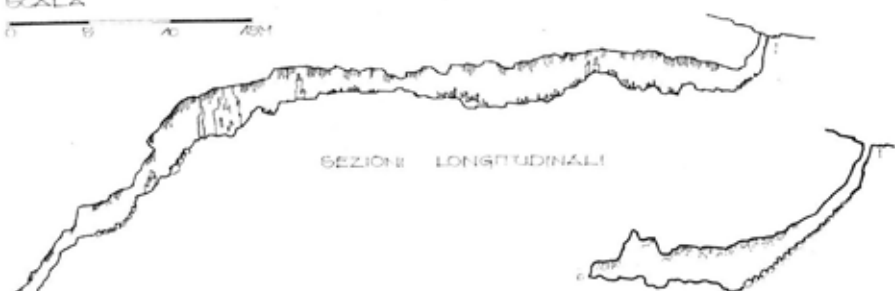
Foto 8 - Pozzo d'accesso alla Grotta del Trarro. Da notare il condizionamento operato dai giunti di strato. (Foto U. Sello).

CIRCOLO SPELEOLOGICO IDROLOGICO FRIULANO - UDINE
GROTA DEL TRARRO - CAMEROTA (SA)



SCALA

0 10 20 30 M



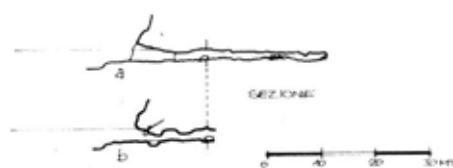
RILEVATORI : A. PALUMBO U. SELLO 23.04.1984

CIRCOLO SPELEOLOGICO IDROLOGICO FRIULANO - UDINE
GROTA SUBACQUEA DI PUNTA INFRESCHI
CAMEROTA (SA)

CIRCOLO SPELEOLOGICO IDROLOGICO FRIULANO - UDINE
RISORGIVA DI PUNTA INFRESCHI - CAMEROTA (SA)



RILEVATORI : F. SAVOIA
AGOSTO 1983



RILEVATORI : F. SAVOIA
AGOSTO 1983

Tav. 12 - Rilievi della Grotta del Trarro e delle Risorgive di Infreschi.



Foto 9 - Interno della Grotta del Trarro. Sono evidenti i segni dei vandalismi subiti dalle concrezioni. (Foto U. Sello)

d'acqua dolce la cui portata, comunque, appare abbastanza irrilevante. L'acqua dolce, che esce da due piccole bocche poste all'ingresso della cavità, verso il soffitto, viene subito miscelata con l'acqua di mare.

All'interno della grotta, ad andamento orizzontale, appena al di sotto del livello del mare, l'acqua dolce si incontra nelle parti più alte della cavità, sotto la volta.

Lunga circa 35 m, la cavità si chiude verso il fondo per la presenza di massi. Abbondanti i depositi di alghe trasportate all'interno dalle mareggiate. E' stata notata la presenza di una «marmitta» scavata nel pavimento calcareo.

Grotta subacquea di Punta Infreschi (n. 8, tav. 7)

Comune di Camerota - Località Porto degli Infreschi - Quota ingresso - 16 m s.l.m. - Posizione 39° 59' 54" N, 2° 58' 41" E - Lunghezza 8 m - Rilevatore F. Savoia (CSIF).

A SW della Risorgiva di Punta Infreschi è stato localizzato, durante una immersione, un grande riparo sotto roccia posto a circa 50 m dalla costa ed ad una profondità di 16 m.

L'ingresso, piuttosto basso (1.2 m) e largo circa 13 m, porta ad una piccola sala

semicircolare. All'interno è stato localizzato un camino, risalito per circa 5 m, che presenta numerose stalattiti e stalagmiti. Il fondo della cavità è costituito da sedimenti limoso-argillosi.

Nell'area sono stati effettuati sopralluoghi anche in altre cavità.

La Grotta degli Infreschi (n. 9, tav. 7) si apre sul lato E dell'omonimo promontorio ed un primo tratto interno è percorribile con il gommone; si accede poi ad una parte emersa in cui sono state ritrovate in passato testimonianze di interesse paleontologico. Da una piccola frana sgorga acqua dolce che forma piccole pozze.

Altre cavità poste a livello del mare, spesso comunicanti fra loro, sono facilmente individuabili lungo tutta la costa.

Da quanto esposto sulle grotte dell'area di Camerota sinora studiate emergono alcune considerazioni di base per la definizione dell'idrologia sotterranea di questa parte del Cilento:

- le cavità risultano spesso ostruite da grandi quantità di depositi di riempimento (nella maggior parte dei casi si tratta di terra rossa). Un tipico esempio di questo fenomeno è la Grotta di Cala Bianca.
- L'esistenza di tali depositi, poco o per nulla incisi, fa ritenere che attualmente queste cavità svolgano solo in parte limitata la loro funzione di collettori idrici.
- Nella Grotta degli Iscolelli, posta ad una distanza di circa 300 m dalla costa ed ad una quota di 80 m s.l.m., sono stati raggiunti i 75 m di profondità (ovvero i 5 m s.l.m.) senza evidenziare alcuna attività di drenaggio.
- Le dimensioni delle sorgenti (medio-piccole) individuate nella zona di Cala Bianca - Porto Infreschi, sono tali da far ritenere che la loro alimentazione provenga da un drenaggio diffuso di aree prossime allo sbocco. In generale solo sorgenti con grandi dimensioni (con portate, anche non regolari, ma con punte elevate) fanno capo a grandi «serbatoi» ipogei.

6. Conclusioni

L'esame delle caratteristiche del fenomeno carsico dell'area compresa fra Camerota e Palinuro, pur se limitata a risultati ancora frammentari, fornisce un interessante contributo alla conoscenza geologica dell'area, soprattutto rivolta alla sua evoluzione quaternaria.

E' stata evidenziata la complessità del reticolo idrografico ipogeo del Monte Bulgheria che pare, in realtà, avere una linea di deflusso preferenziale verso S, con la

probabilità che le venute di acqua dolce in mare non siano limitate alle tre maggiori sorgenti indicate in letteratura (S. Caterina, Porto Infreschi e quella ad E di San Giovanni a Piro) ma accompagnate da molte altre sorgenti minori, forse semplici fratture (come quella individuata a largo di Porto Infreschi) da ricercarsi nei punti più prossimi alla costa.

La presenza di più livelli carsici al di sotto del livello del mare può essere utilizzata per una migliore definizione dei movimenti recenti dell'area, ancor più se a questi viene collegata la «cessazione» dell'attività idrica da parte dei sistemi carsici individuati a monte delle sorgenti principali e che sembra avvenuta in tempi recenti.

Di grandissimo interesse è la presenza di acque solfuree nella zona di Capo Palinuro, fenomeno che, localizzato anche nella Grotta Azzurra, mostra i suoi aspetti più eclatanti nella Grotta di Cala Fetente.

Il nome stesso della località dice come, in alcuni periodi dell'anno si senta molto forte il caratteristico odore di «uova marce» che indica la presenza di gas solfurei.

Durante l'esplorazione dell'aprile 1984 l'odore non era particolarmente intenso, mentre era più forte nell'agosto dello stesso anno e durante il sopralluogo del novembre 1983.

L'acqua che esce dalla cavità trasporta un'abbondante quantità di materiale biancastro in sospensione: si tratta di solfobatteri.

Lo spessore di questa lamina che fluisce sull'acqua marina più pesante è di un paio di metri. Nell'aprile del 1984 questo livello di acque solfuree «chiuso» in superficie da un sottile strato di acqua relativamente più dolce, che impediva la presenza di forti esalazioni di gas solfurei. La temperatura dell'acqua solfurea misurata in quella esplorazione (27°) era maggiore di quella riscontrata in agosto. Misure ed osservazioni sono relative all'interno della grande sala posta all'estremità interna del lungo condotto esplorato.

Osservando le pareti del primo tratto del sifone si può notare una netta stratificazione fra la parte occupata dall'acqua marina ed i livelli d'acqua solfurea che deposita la tipica patina gelatinosa.

La netta demarcazione fra i due strati fra presupporre una costanza di portata che non si addice ad una risorgiva carsica. E' stata così elaborata una prima ipotesi (STEFANON, 1984) in base alla quale la cavità di Cala Fetente sarebbe in realtà una manifestazione di piccola portata ma ipertermale che, poco dopo la sua fuoriuscita verrebbe a contatto con masse di acqua marina, riscaldandole e disperdendovi le sostanze solforose.

Si formerebbe così anche una circolazione d'acqua di tipo convettivo. A questa probabilmente si aggiunge il movimento dovuto alle maree. In effetti è stato osservato

che durante alcune esplorazioni la corrente era verso l'uscita, altre volte verso l'interno della cavità. Varia anche sostanzialmente la portata alla bocca e la presenza o meno di solfobatteri.

Non si tratta certamente di un fenomeno isolato dato che, in base a quanto riferito da pescatori, in alcuni giorni all'anno nel porto di Palinuro si formerebbe una piccola polla di acqua calda, biancastra, che trasporta in superficie soprattutto alghe morte.

Vi è inoltre da tenere presente che esistono nell'area, anche se ad una certa distanza, edifici vulcanici sommersi (Monte Palinuro), che nei depositi tirreniani e post-tirreniani (circa 100.000 - 10.000 anni fa) affioranti proprio a Capo Palinuro sono presenti livelli di piroclastiti trachitico-alcaline (LIRER, PESCATORE & SCANDONE, 1967), e che altre piroclastiti con un spessore di 40-70 cm sono presenti nelle sabbie rosse a N di Palinuro (COCCO, 1971).

Per ultimo è opportuno sottolineare il ritrovamento, proprio nella Grotta di Cala Fetente, di concrezioni di zolfo, segnalate così per la prima volta in una cavità completamente naturale italiana.

Queste mineralizzazioni sono state oggetto di uno studio approfondito da parte dell'Istituto di Speleologia presso l'Università di Bologna (FORTI, 1986).

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato reso possibile soprattutto grazie alle ricerche compiute dagli speleo-sub Stefano Modonutti e Luigi Savoia che proprio nella Grotta di Cala Fetente hanno perso la vita.

Un sentito ringraziamento ad Alberto Palumbo, Federico Savoia, Umberto Sello e Tiziana Sertore che hanno collaborato con me, a Massimo Paravano autore di alcuni disegni ed, infine, ad Angi Stefanon per la lettura del manoscritto e per i preziosi consigli.

Bibliografia

- APRILE F. et alii, 1984 - *Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 161 (Isernia), 181 (Gaeta), 173 (Benevento), 209 (Vallo della Lucania)*. In «Contributi Preliminari alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia», C.N.R. - Progetto Finalizzato Geodinamica.
- BLANC A.C. & SEGRE A.G., 1953 - *Les formations quaternaires et les gisements paleolitiques de la cote de Salerno*. In INQUA, IV Congresso Intern. (Roma - Pisa, 1953).
- CIRCOLO SPELEOLOGICO E IDROLOGICO FRIULANO, 1984 - *Relazione preliminare sulla campagna di ricerche svolta a Marina di Camerota (Aprile 1984)* - Relazione interna.
- COCCO E., 1971 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 209 - Vallo della Lucania*. Servizio Geologico d'Italia. Roma, pp. 45.
- FORTI P., 1986 - *Le mineralizzazioni della Grotta di Cala Fetente (Salerno, Campania)*. In «Mondo Sotterraneo», n.s. IX (1,2). Udine, 1986.
- GUIDA D. et alii, 1980 - *Il Bacino del Mingardo (Cilento): evoluzione geomorfologica, fenomeni franosi e rischio a franare*. In «Geol. Appl. e Idrogeol.». Vol. XIV (II) - 1979. Bari, 1980.
- GUIDA D. et alii, 1981a - *Idrologia del Cilento (Campania)*. In «Geologia Romana». Vol. 19

- (1980). Roma, 1981.
- GUIDA D. et alli, 1981b - *Ricostruzione di sequenze morfoevolutive pleistoceniche nell'area ad W di Monte Sacro (Cilento)*. In «Geol. Appl. e Idrogeol.». Vol. XV - 1980. Bari, 1981.
- HILL C. & FORTI P., 1986 - *Cave Minerals*. National Speleological Society, U.S.A.. In stampa.
- LIRER L., PESCATORE T. & SCANDONE P., 1967 - *Livelli di piroclastiti nei depositi continentali post-tirreniani del Litorale sud-tirrenico*. In «Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania». S. 6, vol. 18 (suppl. Sc. Geol.) Catania, 1967.
- SGROSSO I. & CIAMPO G., 1966 - *Sulla presenza di terreni calabrianici nei dintorni di Camerota (Salerno)*. «Boll. Soc. Natur.». Vol. 75. Napoli, 1966.
- STEFANON A., 1984 - *Relazione sul sopralluogo alle sorgenti sottomarine di Marina di Camerota, dal 15 al 18 novembre 1983*. Relazione Interna.

PAOLO FORTI*

LE MINERALIZZAZIONI
DELLA GROTTA DI CALA FETENTE
(SALERNO, CAMPANIA)

Riassunto - Durante l'esplorazione della Grotta di Cala Fetente sono state osservate ampie concrezioni di zolfo. Vista la rarità di un simile deposito in grotta non solo in Italia ma in tutto il mondo, si è deciso di procedere allo studio di tali mineralizzazioni secondarie. Nel presente lavoro, dopo una breve descrizione morfologica, si propone un'ipotesi genetica per questi particolari speleotemi.

Abstract - *During the exploration of the Cala Fetente cave, large sulphur flowstones and stalactites have been observed. This mineral is very rare as secondary cave mineralization and therefore samples have been taken to be analyzed. In the present paper starting from a short morphological description, a genetical hypothesis for these unusual speleothemes is put forth.*

Introduzione

La Grotta di Cala Fetente rappresenta senza dubbio una delle cavità naturali d'Italia più interessanti dal punto di vista delle mineralizzazioni secondarie di grotta.

L'esplorazione di questa grotta da parte del Circolo Speleologico Idrologico Friulano, infatti, ha portato alla scoperta di un vasto fenomeno di concrezionamento essenzialmente costituito da zolfo.

Sino ad oggi (C. HILL & P. FORTI, 1986) solamente in pochissime altre grotte al mondo sono state osservate ampie cristallizzazioni e concrezionamenti in zolfo di sicura origine secondaria.

Si è provveduto quindi a campionare alcuni frammenti di queste concrezioni, trovati rotti sul pavimento della grotta stessa, per procedere ad un approfondito esame delle loro caratteristiche morfologiche, chimiche e tessiturali.

* Istituto Italiano di Speleologia - Via Zamboni 67 - 40127 Bologna

Scopo di queste analisi era quello di appurare i meccanismi genetici ed evolutivi di queste concrezioni molto rare, che per di più risultano essere tra le più grandi e belle mai osservate al mondo.

Nel presente articolo, dopo una breve descrizione morfologica delle concrezioni della grotta di Cala Fetente, vengono riportate le analisi di laboratorio cui sono stati sottoposti i campioni presi e quindi si propone una ipotesi genetica per la loro formazione.

Le concrezioni

Buona parte delle pareti della zona terminale della grotta sono ricoperte da spesse concrezioni mammellonarie di zolfo (v. fig. 1), la cui superficie esterna è rugosa e presenta una struttura a «cavolfiore». Più rare sono le stalattiti, anch'esse a struttura globulare (v. fig. 2), che possono raggiungere il diametro di oltre un decimetro e lunghezze di quasi un metro.

Spesso la parte esterna di tutte queste concrezioni consiste di cristalli rombici di zolfo di dimensioni millimetriche. Sulla superficie di alcune concrezioni mammellonari, e di tutte le stalattiti, si possono notare delle striature bianco-lattee o trasparenti: tali «cordonature» si trasformano, sulla sommità delle stalattiti, in macrocristalli incolori e limpidi. Sia le striature che i cristalli sommitali sono dovuti chiaramente alla deposizione di un minerale differente dallo zolfo.

Analisi dei campioni

I campioni analizzati hanno mostrato che sempre le concrezioni di zolfo sono formate da un susseguirsi di sottili lamine (di circa 100 micron) in cui i cristalli sono orientati con l'asse z perpendicolare alle lamine stesse: tale disposizione è assolutamente congruente con quanto sempre osservato in tutte le concrezioni naturali di qualsiasi sostanza non isotropa, per cui è stato dimostrato (FORTI & PERNA 1982; MOORE 1962) che i cristalli tendono ad assumere appunto tale configurazione a causa della competizione selettiva durante l'accrescimento.

La zona di contatto tra la concrezione e la parete presenta un aspetto costantemente molto spugnoso, cosicché il distacco della concrezione stessa dalla parete può avvenire assai facilmente anche solo a causa del suo peso. La roccia calcarea di supporto, a sua volta, presenta caratteristiche analoghe, chiaramente



Fig. 1 - Visione d'insieme delle concrezioni di zolfo della grotta di Cala Fetente (foto di Giuseppe Muscio).

imputabili a un effetto di corrosione accelerata.

L'unica stalattite analizzata presentava caratteristiche più complesse: infatti la concrezione di zolfo occupava la sola parte esterna, mentre l'interno era rappresentato da gesso i cui cristalli erano disposti radialmente rispetto all'asse della stalattite stessa. Non era evidente un unico canalicolo di alimentazione, ma la relativa disconnessione tra i singoli cristalli di gesso certamente poteva garantire un notevole flusso di acqua sino alla sommità della stalattite stessa.

Attualmente lo zolfo ricopre totalmente la parte gessosa della stalattite e quindi la crescita della stessa non poteva più avvenire apicalmente dato che dall'interno della stalattite non poteva più giungere l'acqua di alimentazione, che evidentemente, invece, continuava a scorrere lungo la superficie esterna, come le cordonature stesse stanno ad indicare.

L'interfaccia gesso - zolfo non era netta, ma presentava le stesse morfologie di quella calcare - zolfo, per cui anche qui si deve ritenere che reazioni dissolutive o di reciproca trasformazione siano potute e possano tuttora avvenire.

La parte esterna mostrava evidenti cordonature biancastre, dovute alla deposizione di materiale lungo delle linee di scorrimento di acqua, inoltre la sommità della stalattite era occupata da un monocristallo di gesso che sembrava essersi formato per

evaporazione totale delle acque che avevano portato alla formazione delle «cordonature» lungo la stalattite.

L'analisi chimica e lo spettro a polveri mostravano che la concrezione era composta di zolfo purissimo, mentre le cordonature, il cristallo sommitale e l'interno della stalattite erano di gesso altrettanto puro. Nell'interfaccia gesso - zolfo all'interno della stalattite, invece, i due minerali risultavano esser abbastanza commisti, facendo supporre la possibilità di una trasformazione gesso - zolfo o viceversa (v. fig. 3).

Le foto al microscopio elettronico sono state particolarmente utili sia per osservare la disposizione dei cristalli di zolfo sulla superficie esterna delle concrezioni (v. fig. 4), sia per poter avere maggiori elementi relativamente alla genesi di queste ultime. Infatti alcune morfologie osservate sopra le facce esterne dei cristalli di zolfo (v. fig. 5) sembrano avvalorare l'ipotesi dell'origine biologica, che poi diviene assolutamente evidente se si osservano le stesse a maggior ingrandimento, potendosi così ben vedere chiare forme biogeniche (v. fig. 6-7).

Discussione

Sulla base delle conoscenze attuali, anche se non provati definitivamente, quattro sono i meccanismi genetici che possono portare alla formazione di concrezioni o cristallizzazioni di zolfo nelle grotte. Essi sono:

1. per azione di solfobatteri (IVANOV, 1968)
2. per riduzione del gesso ad opera dell'acido solfidrico in fase gassosa (HILL, 1984)
3. per diretta sublimazione di zolfo dall'acido solfidrico in fase gassosa (HILL, 1984)
4. per ossidazione in condizione anaerobica di pirite e marcasite (SEEMAN, 1982)

I meccanismi 1 e 4 sono biologici mentre quelli 2 e 3 no.

Nel caso della grotta di Cala Fetennte l'origine più probabile della maggior parte almeno dello zolfo è biologica. All'interno della cavità, infatti, durante le esplorazioni subacquee, è stato possibile notare come al di sopra dell'acqua salata, di origine marina, vi sia uno strato di acqua solfurea alto 0.5-1.0 metri, sulla cui superficie poi ne scorre uno più sottile di acqua dolce. All'interno dell'acqua solfurea lungo le pareti della grotta si trova uno spesso strato di sostanza gelatinosa biancastra, sicuramente formata da colonie di batteri solfoossidanti, che quindi possono essere la fonte di grandi quantità di zolfo.

A parziale prova di questo tipo di genesi vi è anche la morfologia esterna delle concrezioni, la cui forma globulare (v. fig. 1-2) ben si potrebbe accordare con una genesi subacquea delle stesse.



Fig. 2 - La stalactite di zolfo che è stata analizzata nel presente studio: sono evidenti le cordonature esterne e il cristallo sommitale di gesso (foto di Sergio Gnani).

In parte comunque può essere anche efficiente il secondo ed il terzo meccanismo, dato che nei periodi di siccità, con ogni probabilità, la lama di acqua dolce incontrata nelle esplorazioni potrebbe esaurirsi completamente e permettere quindi la liberazione nell'atmosfera della grotta di una certa quantità di idrogeno solforato che innescerebbe quindi il processo di deposizione subaerea dello zolfo.

La presenza di cristalli di gesso parzialmente corrosi e sostituiti da cristalli di zolfo, come osservato nella stalattite analizzata, è in perfetto accordo con questo tipo di genesi subaerea.

Infatti l'esistenza di cordonature e cristalli di gesso al di sopra delle concrezioni e delle stalattiti di zolfo deve esser messa in relazione alla possibilità di ossidazione dell'acido solfidrico per via batterica (del tipo *Thiobacillus thiooxidans* e *Thiobacillus ferrooxidans*) sino a produrre anidrite solforosa e solforica, la quale al contatto con le pareti calcaree della grotta porta alla formazione di gesso, che si deposita per evaporazione anche sulle concrezioni di zolfo.

Anche il meccanismo 2 è probabilmente attivo, almeno in alcuni periodi dell'anno, come l'interfaccia zolfo - gesso starebbe ad indicare: infatti l'osservazione al microscopio ottico ha mostrato evidenti forme di corrosione del gesso con sostituzione di zolfo (v. fig. 3). Questo può esser spiegato, come del resto il meccanismo precedente,



Fig. 3 - Particolare della sezione sottile della stalattite in cui si notano i cristalli di gesso parzialmente erosi e sostituiti da quelli di zolfo (sezione sottile di Ettore Prata, foto di Paolo Ferrieri).

con la possibilità di diffusione dell'acido solfidrico nell'atmosfera della grotta, cosa che può accadere nei periodi in cui la lama di acqua dolce sparisce completamente, cioè nei periodi di siccità.

Per quanto detto, quindi, esistono sicuramente almeno due distinti meccanismi che portano alla deposizione di zolfo: un primo subacqueo e biologico, ed un secondo inorganico subaereo. Il primo è certamente quello predominante, anche se il secondo è sicuramente presente, dato che altrimenti non potrebbe esser giustificata la concomitante presenza di gesso sia all'interno delle stalattiti che all'esterno di queste e delle concrezioni.

Conclusioni

Lo studio delle concrezioni di zolfo della grotta di Cala Fetente ha permesso di evidenziare come il processo genetico che porta alla formazione di queste particolari e rare concrezioni non sia unico, ma con ogni probabilità sia almeno duplice, comportando sia una genesi freatica che una genesi vadosa.

L'associazione zolfo - gesso, poi, probabilmente è del tutto normale e quindi possiamo ipotizzare che anche in molte altre grotte in cui è presente il gesso si possa anche giungere alla formazione di depositi di zolfo, qualora le condizioni ambientali ne



Fig. 4 - Foto al microscopio elettronico dei cristalli rombici di zolfo sulla superficie esterna delle concrezioni (x 1000, foto Paolo Ferrieri).



Fig. 5 - Particolare della superficie dei cristalli di zolfo con evidenti tracce di deposizione biologica (x 3000, foto Paolo Ferrieri).

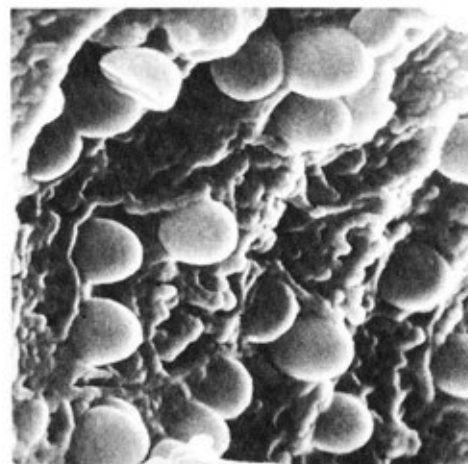


Fig. 6 - Forme globulari di tiobaccilli (x 10.000, foto Paolo Ferrieri).

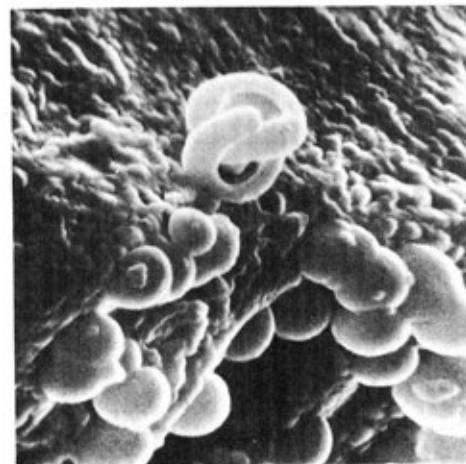


Fig. 7 - Forme particolari di origine biogenica (x 10.000, foto Paolo Ferrieri).

permettano lo sviluppo.

Vale qui la pena di ricordare che per la genesi di questo minerale in grotta l'azione biologica è assolutamente indispensabile, essendo sempre la sublimazione e la dismutazione processi di gran lunga subordinati; da questo punto di vista lo zolfo quindi è un esempio classico dell'importanza che i microorganismi hanno nello sviluppo della

speleogenesi e nella formazione dei depositi chimici all'interno delle grotte.

Fino a pochi anni addietro si era propensi a credere che l'influenza delle azioni biologiche sullo sviluppo di una cavità naturale fosse assai modesto e comunque limitato a ben pochi casi particolari. Attualmente, invece, con il procedere degli studi e delle ricerche ci si accorge sempre più che le reazioni biologiche giocano molto spesso un ruolo fondamentale sia nella carsificazione che nella formazione di depositi chimici in grotta.

Da questo punto di vista la Grotta di Cala Fetente, con le sue splendide concrezioni e cristallizzazioni di Zolfo, può rappresentare un ottimo laboratorio sperimentale di studio. Non resta che augurarsi quindi che questa cavità naturale venga adeguatamente protetta e conservata per poter in futuro continuare e approfondire gli studi che questa nota ha solo marginalmente indicato.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Marco Del Monte per le utili discussioni durante la stesura del presente lavoro.

Bibliografia

- FORTI P. & PERNA G., 1982 - *Orientazione dei cristalli di calcite nelle crevasse della miniera di Bebida (Sardegna Sud Occidentale)*, Per. Mineral. 51, p. 155 - 160.
- HILL C., 1984 - *Geology of Carlsbad Caverns and other caves of the Guadalupe Mountains*, Mem. Socorro Bureau of Mines.
- HILL C. & FORTI P., 1986 - *Cave Minerals*, Nat. Spel. Soc. in stampa.
- IVANOV M.V., 1962 - *The role of microorganisms in the formation and destruction of sulphur deposits*, Trans. Inst. Microbiology, n. 9, USSR Acad., Moscow, p. 22-32.
- MOORE G., 1962 - *The growth of stalactites*, N.S.S. Bull 24, p. 95-106.
- SEEMAN R., 1982 - *Elementarer schwefel in der Dachstein - Mammuthöhle*, Die Hohle 33(1), p. 1-6.

PAOLO GIOVAGNOLI & MAURIZIO PONTON

L'AREA E LA GROTTA
DI SAN GIOVANNI D'ANTRO:
PRIMI DATI INTERPRETATIVI

Riassunto: Vengono brevemente esaminate le caratteristiche della Grotta di San Giovanni d'Antro (Fr. 43) e dell'area circostante. In particolare vengono evidenziate le influenze tettoniche sullo sviluppo della cavità e le possibili linee di ricerca future.

Abstract: *There are shortly examined the characteristics of the "Grotta di San Giovanni d'Antro (Fr. 43, Udine, Italy) and of the surrounding area. The influence of tectonics on the development of the cave is pointed out.*

Già da alcuni anni il Circolo Speleologico e Idrologico Friulano di Udine ha rivolto la sua attenzione allo studio della Grotta di San Giovanni d'Antro, un complesso ipogeo con sviluppo attuale rilevato di 3.700 m, suscettibile tuttavia di ulteriori aggiunte data la presenza di gallerie in fase di esplorazione.

Fin dagli inizi ci si rese conto di quanto potesse essere utile ed interessante uno studio geologico ed idrologico che meglio focalizzasse il problema. Questo sia per cominciare a interpretare la mole di dati che andava via via accumulandosi, sia per indirizzare il lavoro futuro.

Le difficoltà incontrate sono state numerose a causa della complessità del sistema ipogeo in cui, oltretutto, fenomeni gravitazionali hanno alterato ampiamente le morfologie originarie, e per la struttura geologica dell'area in cui intense deformazioni tettoniche certo non facilitano uno studio stratigrafico in dettaglio. Scopo del presente lavoro è illustrare i dati fin ora raccolti e le conclusioni raggiunte.

Descrizione generale dell'area in esame

L'area è compresa nel versante orientale del Monte Mladesena il cui pendio

scende, da questa parte, fino al fondo valle percorso dal fiume Natisone. La morfologia esterna risulta visibilmente condizionata dalle formazioni presenti: a cavallo degli abitati di Coliessa e Jalig nonchè del paese di Antro e dell'area a N di questo, il pendio decisamente lieve è ricollegabile alla presenza di litotipi arenaceo-marnosi ed argillosi, intensamente fratturati.

Una rottura di pendenza si ha invece tra quota 360 e quota 450 dove la presenza di litotipi carbonatici ben più compatti ha determinato la formazione di un vero e proprio «gradino».

Ovunque la morfologia risulta notevolmente accidentata, soprattutto a causa dello scorrimento delle acque superficiali che hanno operato una vasta erosione areale legata ad un diffuso ruscellamento.

Non mancano però nette incisioni in corrispondenza di alcuni corsi d'acqua quali il Rio Zabolniach il Rio Tarcenciach e quello di cui è tributaria anche la Grotta di Antro. Per quanto riguarda il comportamento geomeccanico delle formazioni non si sono riscontrati fenomeni franosi rilevanti, grazie anche alla vasta e continua copertura vegetale.

Nel presente lavoro viene tra l'altro pubblicata la versione aggiornata e completa dello sviluppo planimetrico della cavità (fig. 6). Per la storia e le leggende legate a questa cavità, la cronaca delle esplorazioni e la descrizione dei principali rami si

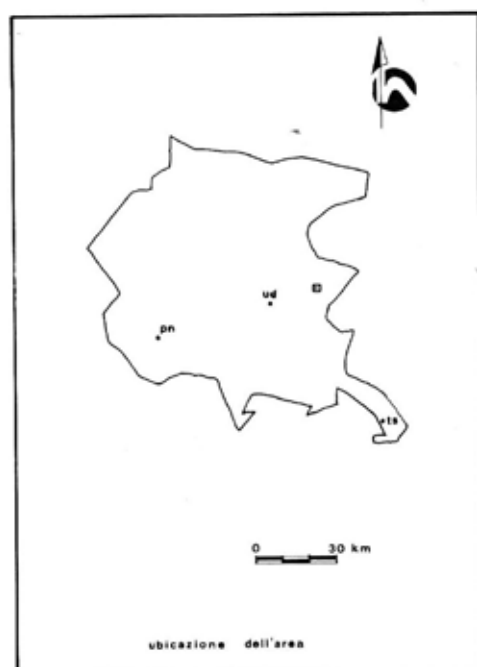


Fig. 1 - Inquadramento geografico dell'area.

rimanda agli esaurienti lavori citati in bibliografia ed, in particolare a MUSCIO & SELLO (1983).

Sono comunque da segnalare alcune novità emerse dalle più recenti esplorazioni. Sono stati completati alcuni dei «rami delle vaschette» a cui si sono aggiunti quelli allagati del ruscello finale (punto 15 del rilievo) ed alcuni cunicoli che si ricollegano al ramo principale dopo aver descritto un intricato «dedalo». E' stata trovata una terza comunicazione fra il vecchio «ramo principale» e quelli scoperti nel 1974: alla base del «camino finale» (punto 6), infatti, esiste uno stretto passaggio che sbuca in un ramo attivo inferiore ai «rami degli insetti» e che si ricollega a questi tramite un pozzo-camino (punto 9). Sono stati anche rilevati alcuni piccoli rami laterali.

Rispetto alle edizioni precedenti del rilievo vi sono delle variazioni di rappresentazione della cavità finalizzate ad una più immediata lettura della pianta che permetta la comprensione della disposizione dei vari rami.

Allo stesso scopo sono stati indicati i punti di riferimento principali la cui conoscenza è indispensabile durante la visita della grotta. Le esplorazioni sono ancora da completare come pure il rilievo; infatti, oltre ai vari cunicoli laterali da forzare ed esplorare, sono da risalire la gran parte dei camini che spesso si innalzano per alcune decine di metri. C'è da tener conto della disposizione su più piani (fino a 4) dei rami della grotta.

In fig. 7 è rappresentata la cartina della zona alla scala 1:5.000 con l'ubicazione della cavità e l'andamento proiettato in superficie della Grotta di San Giovanni d'Antro.

Analisi statistica delle direzioni principali della cavità

Al fine di evidenziare eventuali direzioni preferenziali nelle gallerie, è stata effettuata un'analisi statistica nelle seguenti parti: ramo principale, ramo destro, ramo Lazzarini, ramo superiore, ramo degli insetti, ramo delle diramazioni, ramo delle vaschette per complessivi 1.500 m. Si sono così ottenuti degli interessanti risultati di seguito riportati.

Si è fatto uso di un istogramma che consente di rappresentare visivamente i dati dell'elaborazione matematica. I dati sono stati distribuiti in tre gruppi per facilitare la comprensione delle conclusioni raggiunte.

Nell'istogramma allegato (fig. 2) sono riportati in ascissa i valori in gradi (da

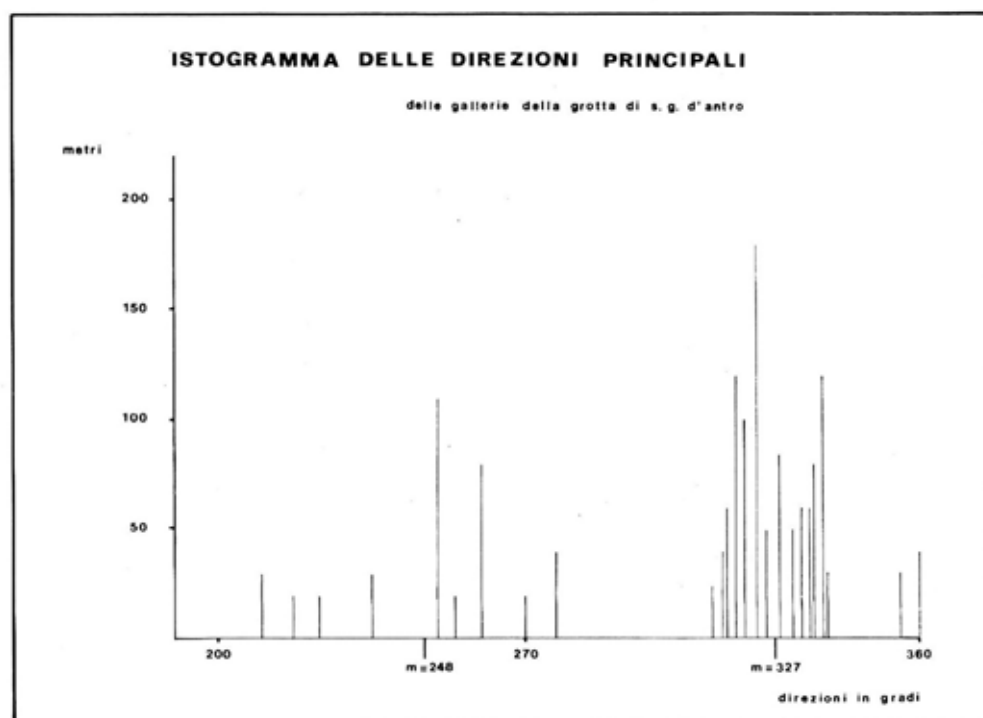


Fig. 2 - Istogramma relativo alle direzioni principali rilevate nella Grotta di San Giovanni d'Antro.

180° a 360°) delle direzioni delle gallerie esaminate, in ordinata la lunghezza in metri delle stesse.

Nel calcolo della media si è fatto uso della formula $M = \sum_{i=1}^i x_i l_i$ in cui x_i = direzione di ogni ramo e $l_i = \frac{\text{lunghezza di ogni ramo}}{\text{lunghezza totale del gruppo}}$

Nel calcolo della deviazione standard si è fatto uso della formula deviazione standard $= \sum_{i=1}^i (x_i - M) l_i$ in cui M è la media calcolata con la formula precedente.

La scelta dei tre intervalli azimutali dei tre gruppi non è stata casuale bensì adottata dopo che l'elaborazione elettronica dei dati aveva individuato i valori da assegnare per ottenere la minima deviazione standard per i tre gruppi.

1° gruppo: galleria principale fino alla sala Tellini esclusa e ramo destro
 lunghezza totale mt. 454
 direzione media 328°
 deviazione standard 8.3

2° gruppo: tutti i rami con direzione compresa tra 310° e 360°

lunghezza totale	mt. 674
direzione media	327°
deviazione standard	12.56

3° gruppo: tutti i rami con direzione compresa tra 210° e 280°

lunghezza totale	mt. 370
direzione media	248°
deviazione standard	191.1

Risulta evidente come lo sviluppo preferenziale della grotta sia grosso modo secondo NNO-SSE e più precisamente lungo la direzione W57°N E57°S.

Dai dati emerge però un fatto importante: mentre nell'area del primo gruppo si ha una bassa deviazione standard ed una singola direzione media, nell'area più interna della grotta si ha un netto aumento della deviazione standard e l'apparire di un altro gruppo di valori, dispersi attorno al valore medio azimutale di 248°.

Questo fatto potrebbe essere indizio della presenza di un secondo sistema di fratture, intersecantisi col sistema principale nell'area del 2° gruppo e 3° gruppo. L'aumento di deviazione standard è ricollegabile con la maggior possibilità evolutiva per fenomeni gravitazionali che si impostano su due sistemi di discontinuità alterando morfologie e dando origine a direzioni non molto significative. E' tuttavia degno di nota il fatto che, nonostante la maggior deviazione, la media del 2° gruppo quasi coincide (errore = 1°) con quella del primo.

Descrizione dei fenomeni carsici e considerazioni idrologiche

Mentre quasi inesistenti sono le manifestazioni di carsismo epigeo, quelle di carsismo profondo sono ben sviluppate a tutti i livelli e testimonianza ne sono le numerose cavità presenti, tra cui certamente la più importante è proprio la Grotta di San Giovanni d'Antro (Fr. 43).

L'area di assorbimento si estende sopra quota 400 m circa, a NW dell'ingresso della cavità mentre la zona di riaffioramento delle acque comprende una ristretta fascia attorno a quest'ultima.

Una prima considerazione da farsi è che non vi è altro esutorio attivo attorno alla quota 350 m che si pone come limite inferiore alla circolazione delle acque sotterranee per la presenza, da questa quota verso il basso, per oltre 100 m di potenza, di livelli marnosi.



Fig. 3 - La cascata che fuoriesce dalla galleria principale durante i fenomeni di piena.

La risorgenza delle acque in una singola ristretta area conforta quanto emerso dallo studio statistico circa l'esistenza e la disposizione delle serie di fratture che vengono così ad operare come dreno unitario in un'ampia area di assorbimento disperso, imprimendo allo scorrimento sotterraneo un andamento preferenziale.

Nella zona di affioramento delle acque, fenomeno notevole ma anche unico, è la Grotta di San Giovanni d'Antro che con i suoi nove sbocchi principali (più altri minori) rappresenta l'unico esitorio attivo.

La zona di risorgenza schematicamente è disposta su tre piani: il primo, in alto, corrisponde all'ingresso principale ed accessibile della grotta e viene invaso dall'acqua solo in caso di piogge eccezionali. Il secondo livello corrisponde ad una serie di risorgenze impraticabili che alimentano l'acquedotto di Antro, il terzo a quelle che alimentano l'acquedotto di Biacis.

In periodo a regime idrico normale sono attive solo le risorgenze che alimentano gli acquedotti; da una serie di misurazioni eseguite da Luigi Savoia si può dedurre una portata media attorno ai 12-15 l/sec, valore che è destinato ad aumentare di molto in caso di piena. In tale circostanza riguardo al comportamento delle acque va rilevato che l'aumento di portata risulta essere rapido e progressivo come pure lo smaltimento (fig. 3).

Rilievo planimetrico
della Grotta di San Giovanni d'Antro

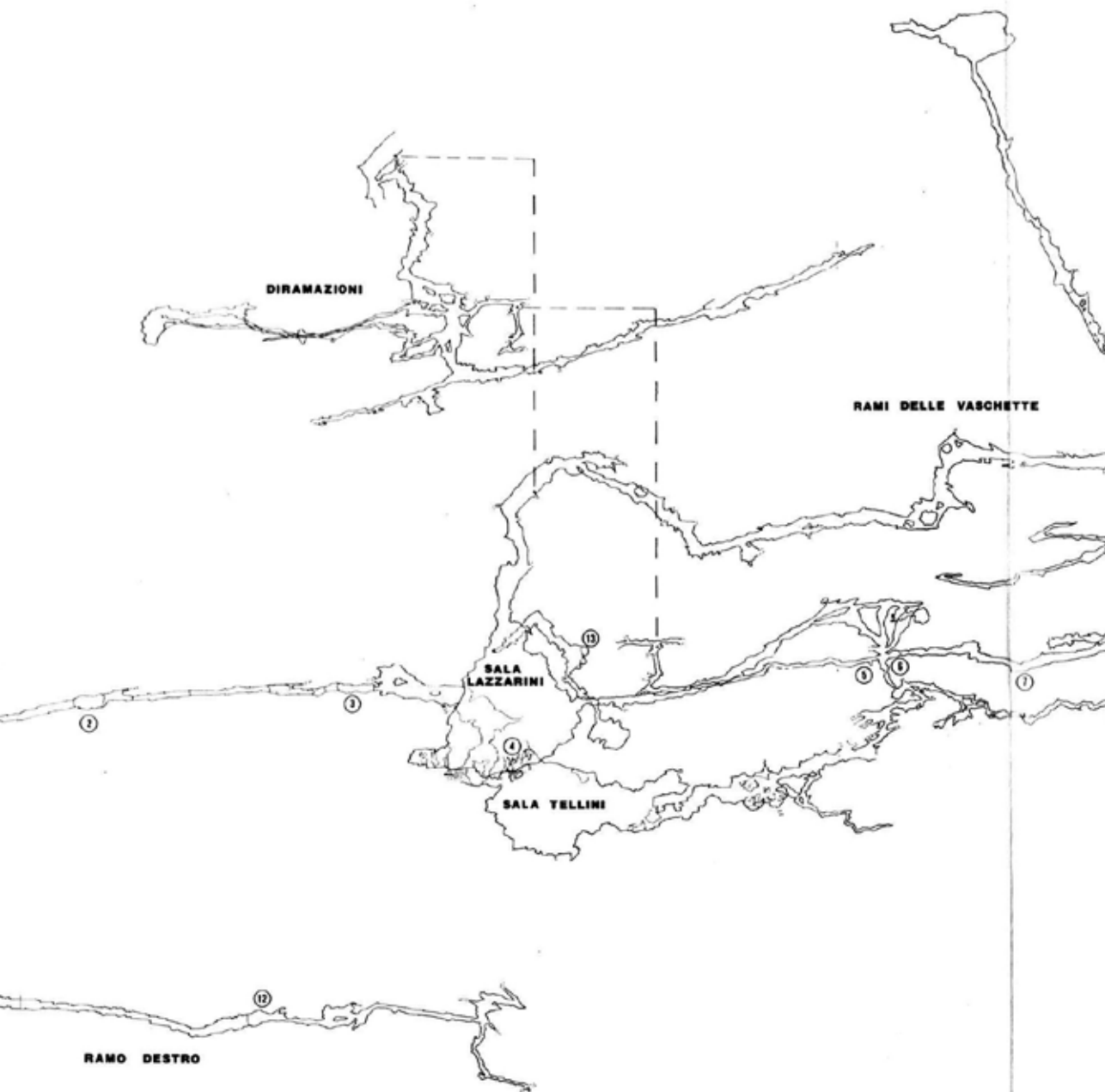
GROTTA DI SAN GIOVANNI

- ① ENTRATA E CHIESA DI SAN GIOVANNI
- ② FINE DEL TRATTO TURISTICO
- ③ LAGHETTO PERMANENTE
- ④ PASSAGGIO FRA LE DUE SALE
- ⑤ CAMINO DI COLLEGAMENTO AL RAMO SUPERIORE
- ⑥ "CAMINO FINALE" DEL RAMO PRINCIPALE
- ⑦ PRIMA STAFFA
- ⑧ SECONDA STAFFA
- ⑨ POZZO DI COLLEGAMENTO
- ⑩ PASSAGGIO IN FRANA AI RAMI INFERIORI
- ⑪ SALA DELLE CONCREZIONI
- ⑫
- ⑬ SIFONI
- ⑭
- ⑮
- ⑯ POZZO DI 4 METRI

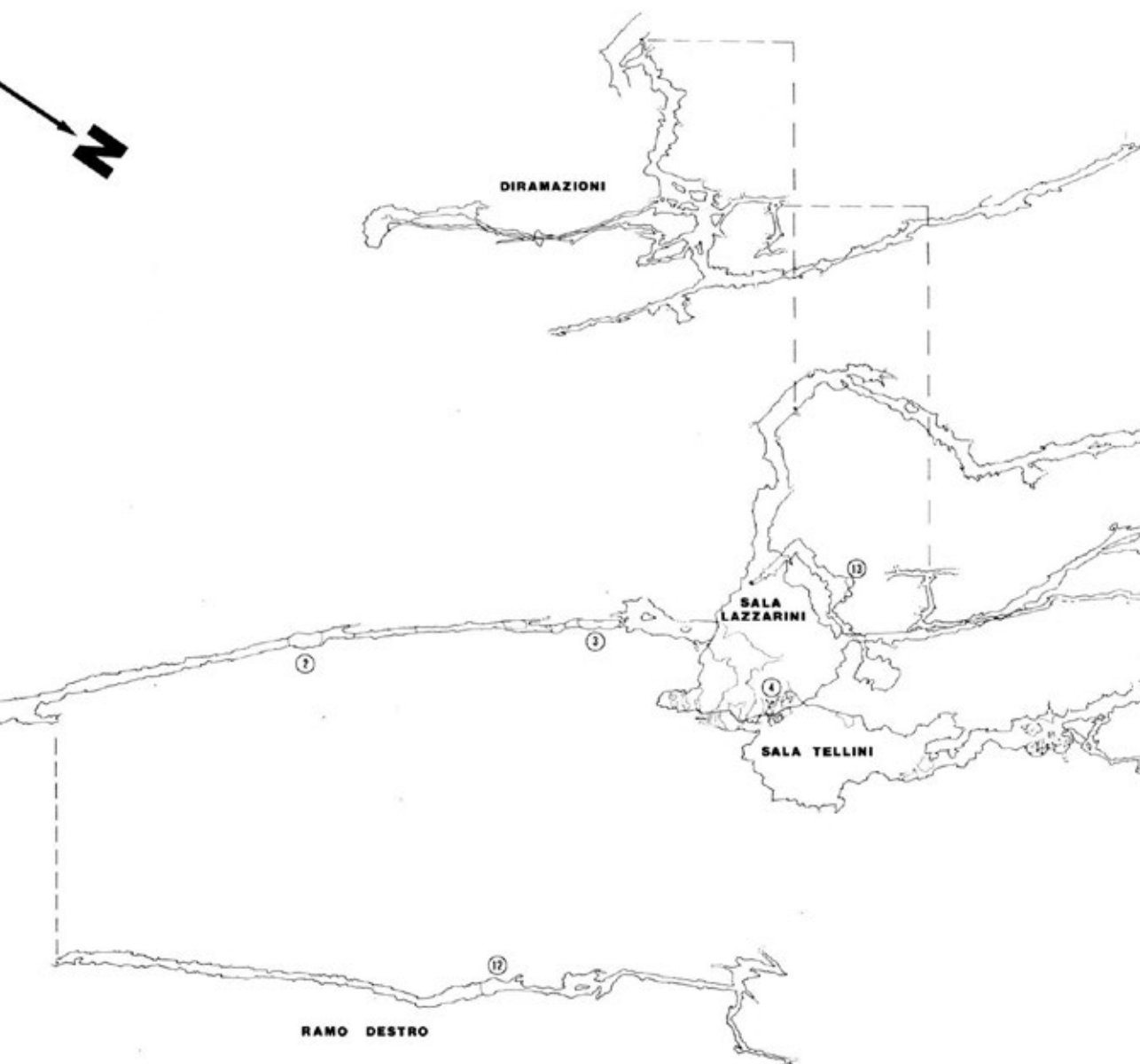


(fig. 4)

D'ANTRO FR. 43

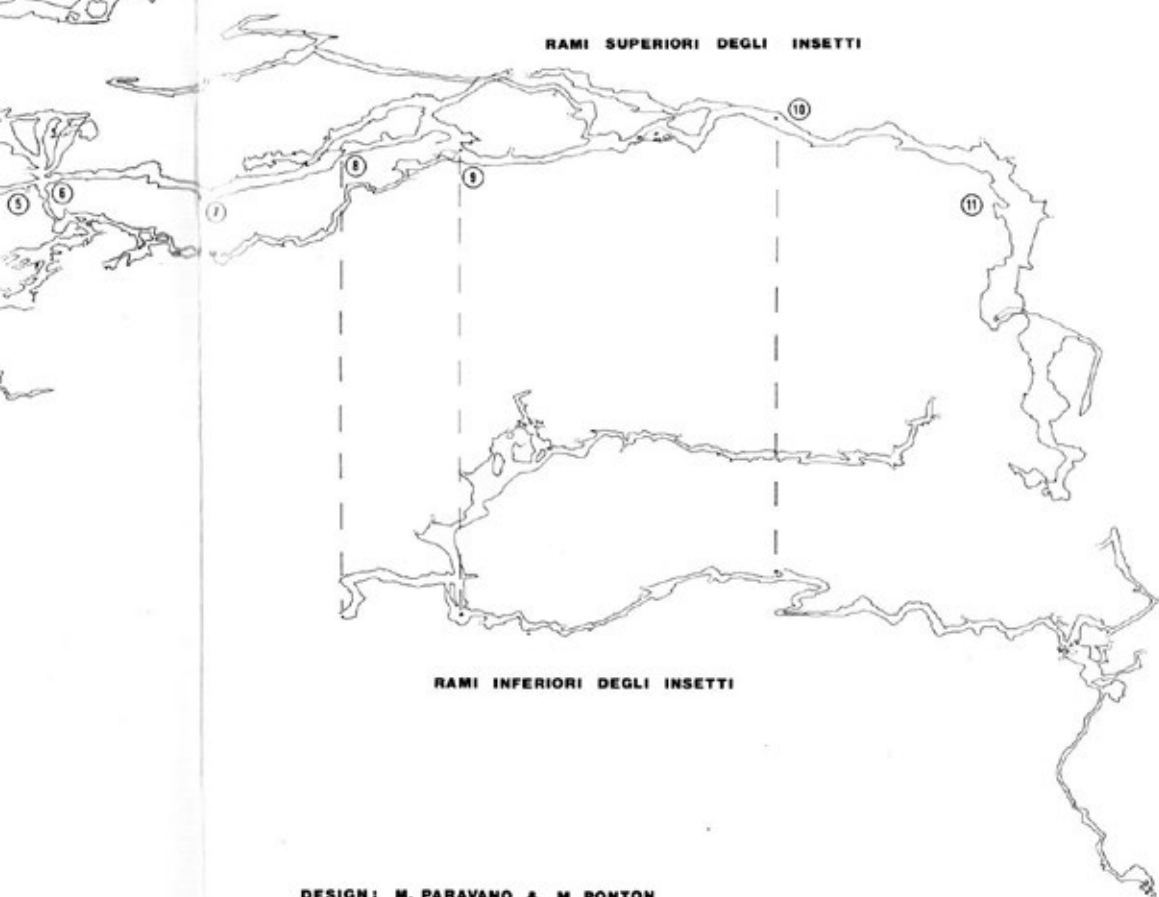


VANNI D'ANTRO FR. 43





RAMI DELLE VASCHETTE



RAMI SUPERIORI DEGLI INSETTI

RAMI INFERIORI DEGLI INSETTI



Fig. 5 - Piccola dolina con inghiottitoio individuata nella zona sovrastante la Grotta.

In generale il comportamento idrico della grotta fa pensare alla presenza di un bacino sotterraneo di dimensioni relativamente grandi di drenaggio di un'area esterna superiore al kmq, che garantisce una portata costante durante tutto l'anno e la presenza di una rete di collettori di drenaggio e di linee di impluvio superficiali che riescono a smaltire entro tempi brevi quantità d'acqua anche notevoli come quelle che si formano durante gli acquazzoni estivi.

Più complesso, invece, è lo studio dell'area di assorbimento in cui fino ad ora sono state rilevate 12 cavità (Fr. 570, 571, 572, 617, 621, 624, 1224, 1324, 1328, 1615, 1616, 2268), tutte di dimensioni modeste, ad andamento verticale ed alcune con funzione di inghiottitoio (figg. 7 e 4). Tra queste cavità ne sono state scelte quattro che particolarmente si prestavano al riconoscimento di particolari litoclasti su cui potevano essersi impostate e le loro direzioni sono state confrontate con l'istogramma in fig. 2.

Si sono così rilevati dei dati soddisfacenti; le direzioni concordano infatti con i dati precedenti marcando inoltre un'altro particolare: le discontinuità per la maggior parte giacciono su piani ortogonali fra loro e su altri due piani incrociati. Questa disposizione è tipica delle fratture di origine tettonica ed il dato verrà confermato poi nello studio geologico.

A causa della mancanza di dati non è stata ben delineata l'area di assorbimento,



Fig. 6 - Fenomeni di ripresa erosiva in galleria «fossile» concrezionata.

di certo si può affermare solo che comprende la zona del Rio Zabosniach e la fascia a N di questo.

Resta infine da segnalare che la cavità Fr. 570, che si apre quasi nel letto del Rio Zabosniach e che funge da inghiottitoio temporaneo, si trova esattamente al di sopra di alcune gallerie di San Giovanni d'antro da cui sembra essere separata da meno di 50 m di roccia.

Durante le esplorazioni condotte in inverno si è notata più volte nella zona dei camini la presenza di correnti di aria più fredda, sicuramente provenienti dall'esterno, dalla stessa Fr. 570 e da varie altre voragini nella stessa stagione invernale, fuoriesce aria alla stessa temperatura costante della grotta (11.5°).

Ogni tentativo finora fatto per percorrere queste possibili prosecuzioni è però risultato vano.

Note geologiche e tettoniche

Il rilevamento geologico esterno e le osservazioni in grotta hanno messo in evidenza la presenza di un banco carbonatico complesso, cioè costituito da breccie, calciruditi, calcareniti, calcilutiti e da un notevole spessore di marne, in cui si sviluppa

la grotta di Antro ed i livelli argillosi ed arenaceo-marnosi che si alternano al banco stesso.

La grotta, come già accennato, presenta il suo limite inferiore al contatto con le marne, mentre i rami superiori presentano camini che in parte entrano in modo evidente all'interno dei livelli marnosi superiori.

Particolarmente ostico è il rilevamento tettonico esterno per l'intensa copertura vegetale presente. Tuttavia i dati strutturali esterni sembrano ricalcare fedelmente quelli interni.

La ipotizzata esistenza di una faglia trascorrente a componente sinistrosa, con direzione N-S (CAROBENE et alii, 1979) può aver condizionato l'assetto morfologico dell'area specie per quanto riguarda la disposizione di alcuni corsi d'acqua (Natisone e suoi affluenti di destra che risultano essere «controcorrente») e la delimitazione dell'attuale area carsica di San Giovanni d'Antro. Peraltro l'intera zona è in primis strutturata secondo uno schema dinarico con spinte orientate NE-SW. E' in questo contesto che si inseriscono i dati strutturali rilevati nella grotta e nelle aree sovrastanti. Le strutture con direzione NW-SE e NNW-SSE importanti e frequenti e sulle quali si è impostato il sistema ipogeo, si pongono secondo l'asse maggiore di un ellissoide di deformazione, mentre le ENE-WSW sulle quali è impostato il Rio Zabosniach, risultano essere disposte secondo l'asse minore e sono spesso beanti.

L'evidente impostazione della grotta su piani sovrapposti potrebbe essere messa in relazione a neotettonica legata ad un generale sollevamento della zona che ha modificato in tempi successivi ma non in modo costante il livello di base per la circolazione delle acque sotterranee; le stesse morfologie interne dei singoli rami, con presenza di concrezioni rierose, stanno ad avvalorare la tesi di una continua ricerca di un profilo di equilibrio delle acque (fig. 5). In molte gallerie, infatti, si nota la presenza di concrezioni e vaschette erose alla base ed indicanti un antico livello idrico di equilibrio, abbandonato con successiva erosione progressiva prima delle concrezioni e poi di un nuovo cunicolo attivo sottostante.

L'attività neotettonica verrebbe ad essere confermata anche da indizi morfologici esterni quali gli evidenti terrazzamenti lungo l'alveo del fiume Natisone e la sua situazione di forte energia indicata dalla fase erosiva in cui si trova.

I camini che si incontrano specie nella parte centrale della cavità possono essere invece posti facilmente in relazione con le litoclasti dell'area del Rio Zabosniach che hanno creato un sistema di discontinuità anche nel livello marnoso sovrastante la grotta determinando così un assorbimento diretto dall'area tramite i pozzi ivi presenti. La rete idrografica superficiale presente sopra la grotta è probabilmente più antica rispetto al complesso ipogeo dato che mostra un andamento che si discosta nelle sue direzioni da

quello tipico della cavità, pur tuttavia è ben sviluppata e presenta spesso delle incisioni notevoli pur essendo attualmente quasi del tutto inattiva (vedi Rio Zabosniach).

Bibliografia

- CAROBENE L., CARULLI G.B. & ONOFRI R., 1979 - *Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 26 (Tolimino) e 40 (Gorizia p.p.)*. Pubblicazione del P.F. «Geodinamica» del C.N.R.
- MODONUTTI S. & ZAGGIA A., 1977 - *Nota informativa riguardante l'esplorazione del nuovo sistema ipogeo di San Giovanni d'Antro*. In «Atti del 2° Conv. Reg. Speleol. del Friuli-V.G.». Udine, marzo 1975.
- MUSCIO G. & SELLO U., 1981 - *Le grotte di San Giovanni d'Antro*. In «Speleologia», n. 5 (giugno 1981).
- MUSCIO G. & ZUCCHINI R., 1984 - *Utilizzazione dei metodi geoelettrici nell'individuazione in superficie di discontinuità legate al fenomeno carsico*. In «Atti del 6° Conv. Reg. Speleol. del Friuli-V.G.», n. spec. di «Mondo Sotterraneo», n.s., a. VII, n. 2 (ottobre 1983).
- SAVOIA F., 1979 - *La Grotta di San Giovanni d'Antro: i nuovi rami*. In «Mondo Sotterraneo», n.s., a. III, n. 1 (aprile 1979).
- SAVOIA L., 1977 - *I nuovi rami nella Grotta di San Giovanni d'Antro*. In «Mondo Sotterraneo», n. s., a. I, n. 2 (ottobre 1977).
- SELLO U., 1980 - *San Giovanni d'Antro: le prime esplorazioni*. In «Mondo Sotterraneo», n.s., a. IV, n. 1 (aprile 1980).
- ZANFERRARI A., et alii, 1982 - *Evoluzione neotettonica dell'Italia Nord-Orientale*. In «Memorie di Sc. Geol.», Vol. XXXV. Ist. Geol. Padova.

RUDI GUBIANI & FRANCO VAIA *

LA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA
ATTORNO AL LAGO MINISINI
(OSPEDALETTO - GEMONA DEL FRIULI)

Riassunto - A seguito di una serie di rilievi geologici e strutturali si prendono in considerazione le cause che stanno alla base dell'estinzione delle conche lacustri esistenti presso Ospedaletto, tra cui una sola tutt'oggi sopravvive, ma appare in accentuato regresso.

Abstract - *This work tries to demonstrate that lithology and structural features operate to extinguish the Minisini Lake near Ospedaletto (Gemona del Friuli). In fact they had and have an essential role starting from tardiglacial and early postglacial age, but just since prewürmian ages karst processes realized the underground hydrologic system that was firstly crossed by the glacial erosion and then brought to the quick evolution of the named lake.*

Premessa

Il Lago di Ospedaletto, o Minisini, è relativamente noto, ma in realtà poco è stato scritto sulle sue caratteristiche e sul suo comportamento nonostante l'interesse che esso suscita considerandone la posizione e l'aspetto nel tempo. Non si intende con ciò fare una critica a chi più autorevolmente in passato e oggi poteva definire chiaramente lo stadio morfologico dell'area; si desidera invece contribuire, con questa nota, all'informazione anche di chi dovrà tutelare e amministrare tale ambito, al fine di risparmiargli inutile dispendio di energia e finanza in interventi inadeguati.

Il lavoro che più diffusamente tratta del lago Minisini è stato pubblicato da LORENZI (1897), esistendo cenni in proposito anche in MARINELLI (1984) e TARAMELLI (1874), senza che seguissero i necessari aggiornamenti dal punto di vista climatico, idrologico e idrografico. Tanto più necessari essi sarebbero oggi, poichè, mancando una serie protratta nel tempo di misure accurate, allo stadio in cui si trova la

* Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Trieste.



Fig. 1 - Ubicazione del Lago Minisini.

conca lacustre risulta quasi inutile ogni registrazione attuale di tipo idrologico e meteorologico.

Nello scritto del Lorenzi viene soprattutto evidenziato, per quanto riguarda i caratteri abiologici, l'origine glaciale della conca stessa, impostando tuttavia la trattazione sulla stretta dipendenza dall'evento glaciale anche nell'evoluzione tardiva. Viene perciò considerata marginalmente l'importanza dell'assetto strutturale nella alimentazione e nel depauperamento del lago (o stagno). Sono proprio indicazioni che noi vogliamo riprendere, comprovandone l'importanza che esse in realtà meritano.

Nel lavoro di campagna gli autori hanno collaborato sia per quanto riguarda il rilevamento, avviato da R. Gubiani, sia per quanto attiene alla levata e all'elaborazione dei dati strutturali. F. Vaia ha provveduto all'esecuzione delle tavole e alla stesura del testo.

Litologia dei dintorni del lago

Il LORENZI (1897) definisce «calcare giurassico... selcifero» il litotipo entro cui è alloggiata la forma lacustre. Risulta invece che le formazioni presenti sono più d'una e differenziate al punto da consentire alcune importanti osservazioni in merito. Precisiamo anzitutto che nei luoghi in esame la giacitura media della successione carbonatica è secondo $N30^{\circ}E-S30^{\circ}W$ con immersione verso $W30^{\circ}N$ e inclinazione

variabile da 45° a 70°.

Procedendo da meridione, si rileva una formazione tampone, in senso carsogenetico, sul M. Cjamparis o Chiamparis (non Champaris, come riporta il Lorenzi), costituita da calcari dolomitici con lenti dolomitiche. In un certo senso, considerando anche la giacitura degli strati, questi orizzonti rappresentano un ostacolo allo sviluppo di un deflusso sotterraneo volto a Sud.

Il versante settentrionale del M. Cjamparis, i colli a Ovest del lago, la conca che lo ospita e gran parte del M. Cumieli sono invece costituiti, prescindendo dagli orizzonti quaternari, da calcari grigi del Lias e da calcari oolitici del Dogger (cioè dalle formazioni dei «Calcari grigi di Noriglio» e dei «Calcari oolitici di San Vigilio»), compatti, ma fessurati e interessati diffusamente da forme di dissoluzione carsica sia epigee che ipogee.

Più a settentrione, a chiudere le depressioni minori ormai estinte come forme lacustri, compaiono i termini del Malm e del Cretacico inferiore rappresentati da calcari nodulari e marnosi, spesso selciferi, con fratturazione frequente e diffusa fittamente in tutte le formazioni. Segue infine la facies calcareo-marnosa del Cretacico superiore («Scaglia rossa»), intensamente fratturata.

In tutta l'area è abbondante la copertura quaternaria. Dove non trattasi di semplice suolo sviluppatosi sulla roccia madre con scarsa evoluzione e modestissimi spessori, esistono placche di depositi sciolti di diversa origine, potenti al massimo alcuni metri. Abbondante è il detrito di falda, alimentato dal normale stillicidio di piccoli volumi dalle pareti circostanti o da qualche episodio di crollo di volumi maggiori. Nella carta di fig. 2 è evidenziato solo il più significativo deposito di detrito di frana vero e proprio. Esiste nel vallone a NW del M. Cumieli e si ritiene che la sua reale estensione sia stata man mano mascherata dal detrito di falda. Nelle parti più depresse della zona, al piede dei versanti, si può rilevare qualche concentrazione di materiale fino di tipo colluviale, per arricchimento operato dalle acque dilavanti.

Anche i depositi via via costituiti dal drift glaciale sono poco evidenti. Ne rileviamo un limitato lembo emergente dal detrito subito a oriente del Lago Minisini; una placca più consistente appare nella parte meridionale del M. Cumieli. Anche in tal caso si ritiene che buona parte del till di fondovalle sia ormai sepolta sotto i terreni più recenti, compreso il suolo che sulla coltre quaternaria si è sviluppato meglio che non sul substrato litoide.

In tal modo l'estensione originaria dei diversi membri più antichi della successione quaternaria, più completa proprio nelle aree a quota minore, è qui eventualmente intuibile e non più direttamente rilevabile o comprovabile.

Esistono infine sedimenti lacustri singlaciali e postglaciali originati dal riempi-

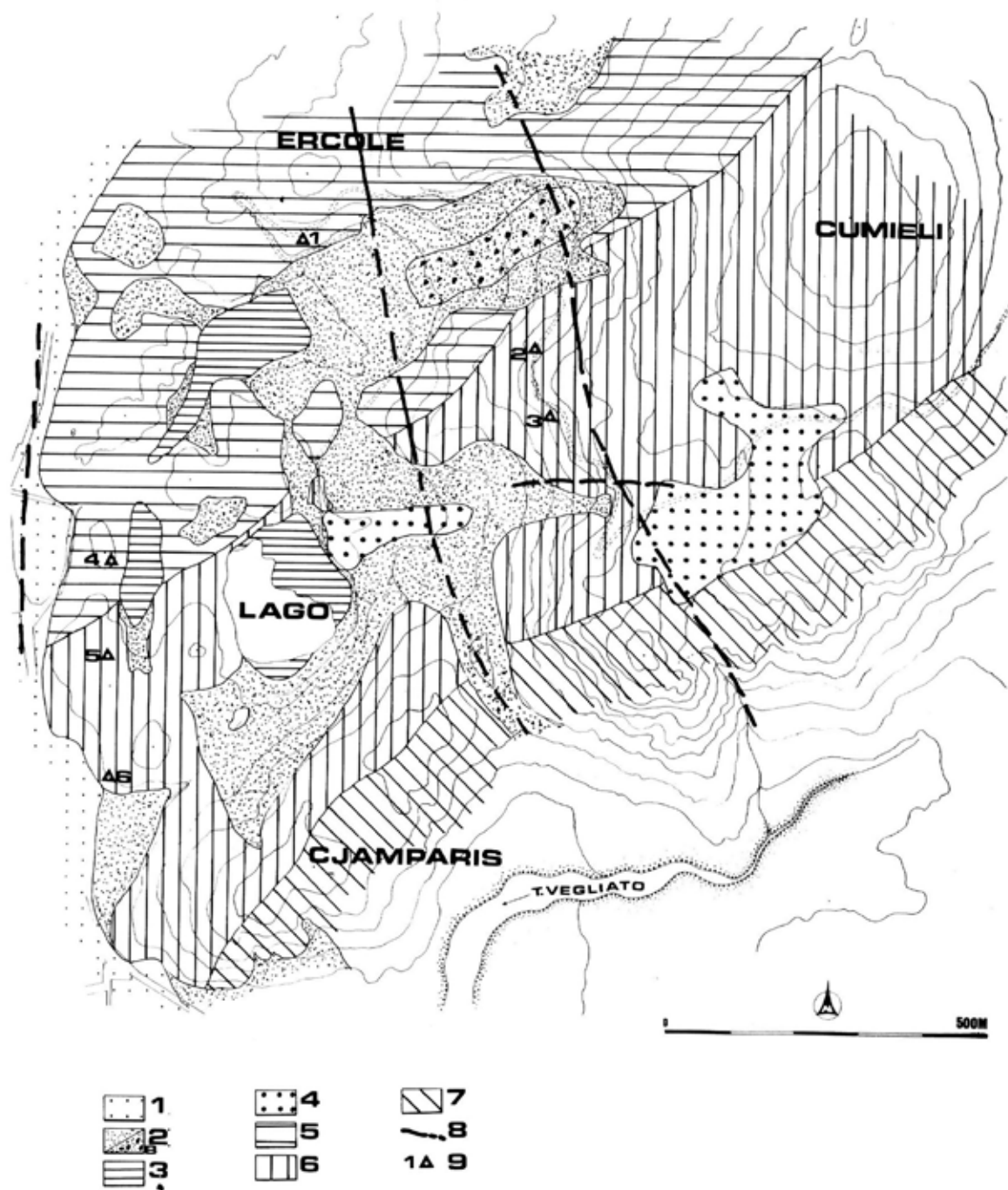


Fig. 2 - Carta geolitologica. 1 = alluvioni; 2 = detrito di falda (b = detrito di frana); 3 = depositi lacustri; 4 = till würmiano; 5 = calcari marnosi e marne; 6 = calcari; 7 = dolomie e calcari dolomitici; 8 = piani tettonici principali reali o presunti; 9 = stazioni dell'analisi strutturale.

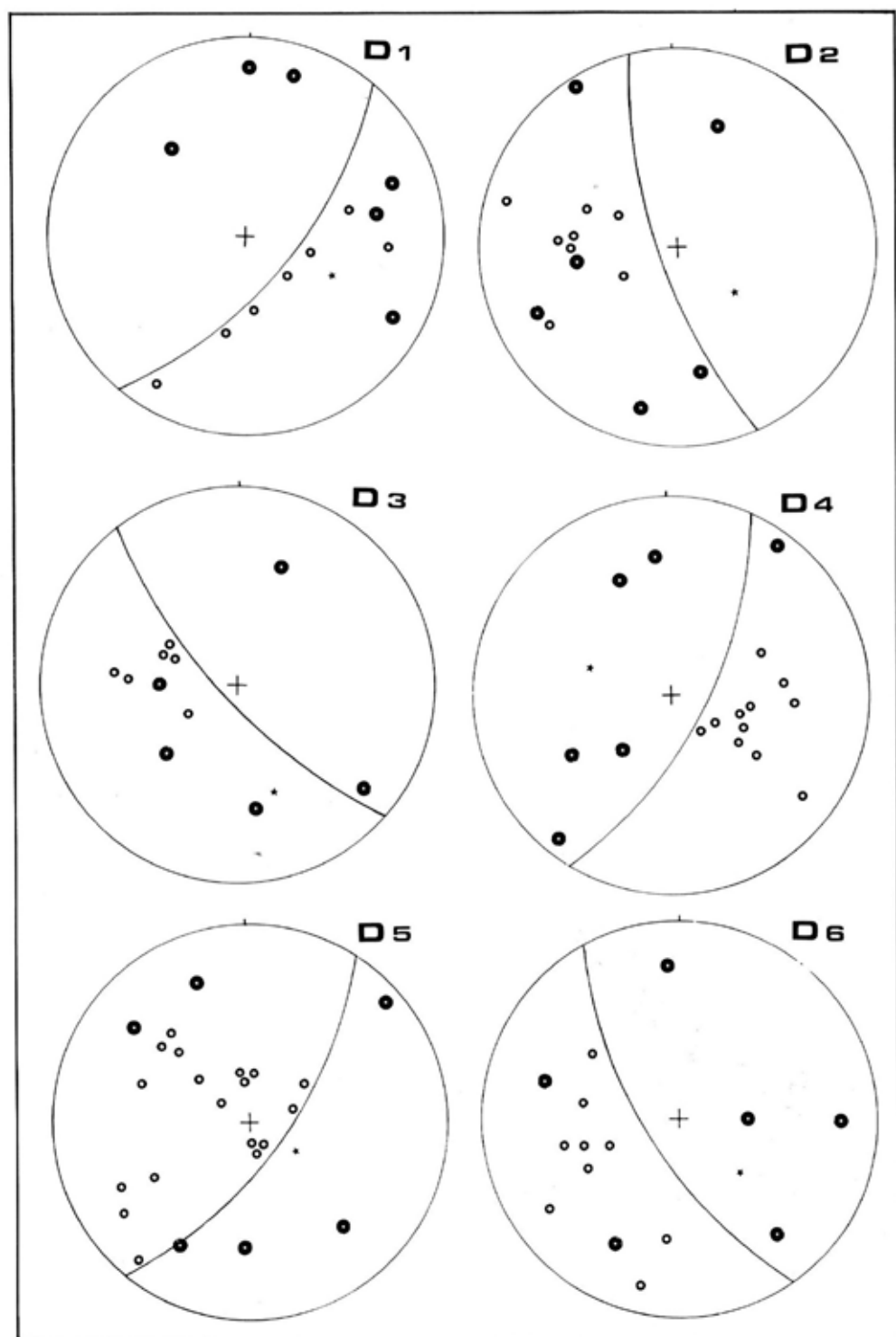
mento delle depressioni da parte di tutte le acque circolanti già in età tardiglaciale. A questo proposito si riferisce, senza ulteriore commento, essendo andati perduti i campioni, il fatto che durante i sondaggi per il raddoppio della ferrovia sono stati attraversati, ad alcuni metri di profondità dal piano di campagna, livelli millimetrici e centimetrici di limo e argilla con torba e gusci di lamellibranchi piccoli e sottili. La colorazione di gran parte del sedimento appariva tipica di clima freddo.

Intensa è stata dunque l'attività costruttrice della morfogenesi singlaciale e postglaciale, dal momento in cui il collettore tilaventino cominciò ad arroccarsi sul M. Ercole, sul M. Cumieli e in Sella S. Agnese. Lo stesso materiale più grossolano che Lorenzi rilevò nella parte meridionale dei depositi lacustri è da attribuirsi ad azioni di dilavamento verificatesi alquanto addietro nel tempo.

Caratteri strutturali

Nel corso del rilevamento di campagna, con più fasi di analisi di foto aeree, si è potuta constatare una discreta frequenza di piani tettonici più e meno importanti, con inclinazione spesso prossima alla verticale. Tra essi sono però da distinguere, in quanto rivestono ruoli diversi, quelli a estensione kilomtrica (faglie vere e proprie), quelli a estensione ettometrica o decametrica (diaciasi principali) e infine il sistema di fratture minori. Ad essi, per il nostro fine, vanno aggiunti i piani di strato. Come si può rilevare dalla carta geolitologica di fig. 2 lo schema tettonico, per quanto sintetico, appare abbastanza significativo: ciò che forse in questo caso più conta è la giustificazione che esso dà della morfologia del territorio. Infatti tutti i rilievi, piccoli e grandi, e le depressioni che lo caratterizzano sono da porsi in relazione con l'effetto congiunto delle variazioni litologiche e dei disturbi tettonici. La semplice osservazione dell'orientazione sia dei versanti sia delle incisioni sia infine delle selle e dei cocuzzoli rivela l'esistenza di una geometria indubbiamente non casuale e riconducibile agevolmente allo schema deformativo e comunque all'assetto strutturale dell'area, anche se non sempre esiste la prova certa dell'esistenza di qualche piano. Ciò significa che non sono cartografabili piani tettonici in numero e densità tali da esprimere adeguatamente la loro partecipazione all'evoluzione morfologica del luogo, cui però hanno certo contribuito e contribuiscono in maniera sostanziale.

D'altro canto si osserva che sono stati rilevati indizi morfologici di attività tettonica recente (GUBIANI & VAIA, 1982). Manca invece un evidente accumulo di detrito superficiale legato alla dinamica attuale della massa rocciosa. Si può ipotizzare che esso sia stato asportato da parte di agenti degradanti o che sia stato coperto dal



suolo in tempi brevi. Infatti si è già osservato che quest'ultimo sulla coltre sciolta è più potente (alcuni decimetri) di quello formatosi sul substrato.

Si consideri a questo punto il significato che ha la prosecuzione e l'intersezione di queste discontinuità fino ad una certa profondità, dal punto di vista idrogeologico; lo stesso dicasi delle diaclasi principali, che contribuiscono in varia maniera alla circolazione superficiale e sotterranea, anche in sistema carsico.

Poichè le depressioni lacustri estinte e l'attuale lago Minisini sono inseriti in un versante che mediamente degrada verso Ovest, cioè verso la piana del F. Tagliamento, risulta che l'insieme di intersezioni dei piani tettonici e di strato e la giacitura di ogni singolo piano hanno comportamento diverso nei confronti delle acque circolanti a seconda che si considerino le rotture di pendenza volte a oriente o quelle a occidente di ogni rilievo.

La fig. 3 illustra tale situazione mediante alcuni diagrammi strutturali, le cui misure sono state eseguite nei punti indicati in fig. 2, in maniera tale da rilevare su una cintura attorno alle depressioni. Precisiamo che le intersezioni che compaiono nei singoli diagrammi non sono tutte quelle emergenti dall'analisi, ma rappresentano la percentuale maggiore, cioè la concentrazione significativa ai fini di questo lavoro. Quelle mancanti, in proporzione, sono in numero ridotto.

Dall'analisi risulta che sui versanti posti a oriente delle conche lacustri esistono situazioni che agevolano la fuoriuscita delle acque o comunque lo scorrimento idrico entro e sul versante verso le conche stesse, con la maggior percentuale di intersezioni e di singoli piani che volgono verso di esse.

Importanza assume anche la posizione di alcune estese diaclasi che, con inclinazione molto elevata, tagliano quasi ortogonalmente il versante. Lungo esse si è potuta notare presenza d'acqua temporanea e tendenza all'allargamento. Tuttavia si deve considerare la variazione litologica che contraddistingue l'una stazione rispetto all'altra. Infatti il diagramma D1 è ubicato in corrispondenza del calcare marnoso del Cretacico inferiore poco permeabile e quindi i piani di discontinuità e le intersezioni hanno funzione meno importante per quanto riguarda l'alimentazione.

Lungo la serie dei piccoli colli occidentali l'assetto è pressochè identico e pertanto la situazione morfologica inverte la funzione delle strutture. La prevalenza delle intersezioni immerge anche in questi casi mediamente a occidente, favorendo perciò lo scorrimento idrico per infiltrazione secondo questo verso. Fa eccezione il

Fig. 3 - Diagrammi strutturali. I punti grossi indicano i poli delle discontinuità, l'asterisco il polo della stratificazione, i cerchietti le intersezioni delle coppie di discontinuità e il grande cerchio la giacitura del versante.



Fig. 4 - I calcari oolitici del Dogger di M. Cumieli con evidenti forme di dissoluzione epigea.

calcare nodulare del Malm (diagramma D4), in cui la giacitura degli strati presenta immersione verso oriente e la gran parte delle intersezioni significative volge dalla stessa parte. Ciò rappresenta impedimento al deflusso, ma d'altro canto la stessa composizione litologica agisce in tal senso.

Evidente è invece la funzione della giacitura di tutti i piani principali del sistema nelle stazioni di misura dei diagrammi D5 e D6. Anch'esse in calcari giurassici piuttosto solubili, come quelle dei diagrammi D2 e D3, evidenziano in tali posizioni la possibilità di fuga delle acque sotterranee verso occidente.

Alimentazione e perdite

Da sempre è nota l'esistenza di almeno una risorgiva al bordo del lago Minisini e di almeno due vie di deflusso. Il Lorenzi tuttavia, citando questi lineamenti di scorrimento idrico, ne attribuiva la maggiore responsabilità alla posizione del piano di stratificazione. In realtà questo non è l'elemento esclusivo o fondamentale. Come si è detto nei capitoli precedenti, esistono alcune serie di vie potenzialmente preferenziali per l'afflusso e il deflusso entro la massa carbonatica. Alcune di esse lo sono realmente, essendo beanti di per sé nell'ambito del sistema di discontinuità ed essendo, anche per ciò, più facile via di attacco da parte del processo carsico in atto. A questo proposito si



Fig. 5 - La massa carbonica di M. Cumeli, presso il contatto tra calcari oolitici del Dogger e calcari grigi del Lias. Si notano le tracce della dissoluzione ipogea lungo le serie di fratture di tensione. La stratificazione è a traversopoggio.



Fig. 6 - Vista verso il M. Ercole. In primo piano la conca estinta meridionale, sul fondo quella settentrionale.

ritiene che lo sviluppo di vuoti in profondità per dissoluzione sia stato già in atto nel prewürmiano, poichè gli apporti fluvioglaciali localmente hanno interessato cavità nel substrato litoide alla base dei versanti e sotto le piane lacustri attuali, evidentemente preesistenti.

Per quanto detto, è da rivalutare l'importanza delle discontinuità di origine tettonica, tanto più di quelle entro i calcari più puri e perciò più solubili, per quanto riguarda la capacità di assorbimento e restituzione delle acque meteoriche sia profonde che ipodermiche. In altre parole riteniamo che nell'economia del lago Minisini esista un importante influsso di questo insieme essenziale di vuoti, che va oltre all'effetto dei soli giunti di strato, per quanto laschi questi possano essere.

In particolare sono di per sé importanti i piani orientati secondo E-W e NE-SW, in funzione della morfologia dei luoghi e, in subordine, quelli N-S nonostante la rotazione dello schema deformativo durante le due fasi dell'ultima orogenesi (GUBIANI & VAIA, 1982). Gli elementi sopra esposti inducono inoltre ad affermare che in realtà il lago non è esattamente di origine glaciale, dal punto di vista idrologico, come d'istinto si è sostenuto e si può tuttora sostenere. Infatti è bene riconoscere che le conche in cui si sono arrestate le acque per tempi anche piuttosto lunghi sono certamente dovute alla esarazione, ma che quanto è accaduto dopo il ritiro del ghiacciaio a Nord dei loro paralleli non rientra più in questo tipo di azione morfogenetica.

La lingua glaciale tilaventina ha smantellato qui, favorita dalle caratteristiche non tanto litologiche quanto tettoniche dell'area, parte della massa rocciosa: ne ha in tal modo depresso irregolarmente le quote (l'irregolarità è però apparente e connessa con i dettagli evolutivi che hanno successivamente coinvolto i dintorni), soprattutto là dove gli incroci delle discontinuità hanno accentuato la degradabilità e favorito tale processo, fino a che la nuova superficie topografica molto ondulata in alcuni luoghi ha intersecato il sistema carsico già esistente.

In tal modo è spiegabile la permanenza prolungata del lago Minisini, dopo il massimo invaso realizzato con l'accumulo delle acque di fusione, che ebbero probabile deflusso iniziale anche in superficie attraverso le selle tra i colli minori occidentali.

Le altre conche sono alloggiate in calcari molto impuri per abbondante frazione pelitica e pertanto non carsificabili sensibilmente. Teoricamente la permanenza delle acque in esse avrebbe potuto essere più prolungata; si deve però considerare che il ruscellamento ha apportato più abbondante materiale fine che lentamente ha interrato del tutto le piccole depressioni, scarsamente alimentate da monte dalla rete sotterranea praticamente embrionale.

Il diagramma D1 dimostra in effetti l'esistenza di intersezioni favorevoli

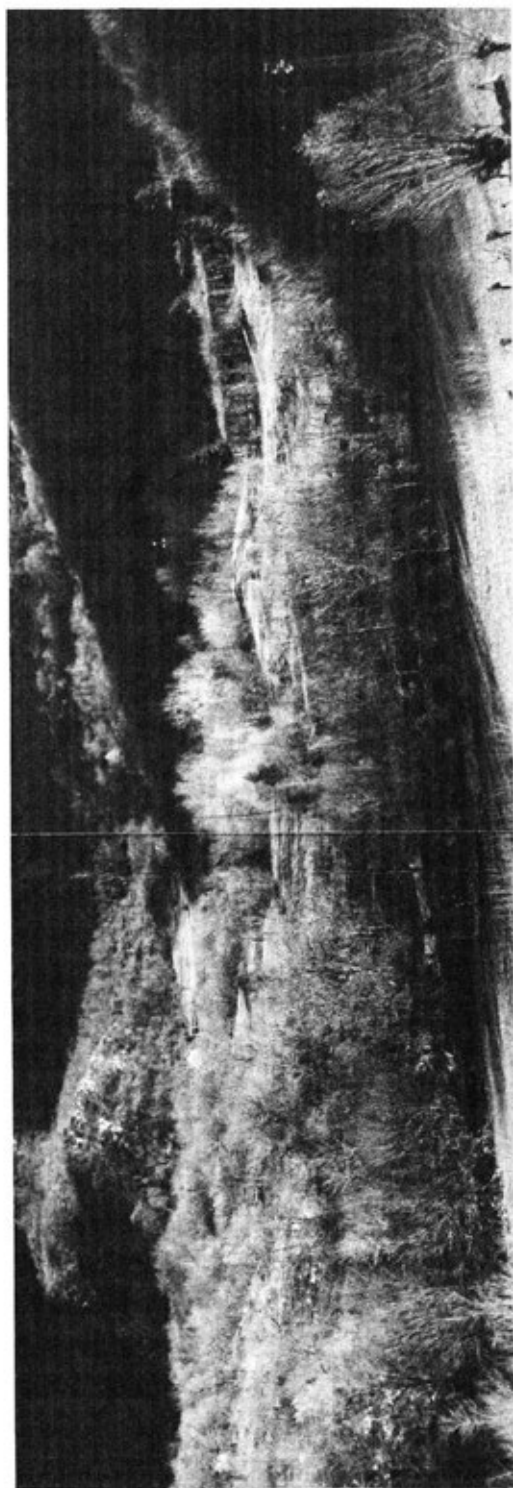


Fig. 7 - La serie di ondulazioni tra il Lago Minisini (nascosto, al centro in secondo piano) e le conche estinte meridionale (in primo piano) e settentrionale (nascosta, a sinistra).

all'alimentazione e il rilevamento ha posto in luce la presenza di diaclasi estese e originariamente beanti; esse però oggi appaiono intasate da eluvium e da colluvium, che ne hanno pressochè completamente annullata la permeabilità.

In breve, si ritiene che l'esistenza dell'ultimo lago di Ospedaletto sia connessa con gli effetti della carsificazione delle masse carbonatiche discontinue piuttosto che con quelli della esarazione, che ha semplicemente predisposto i luoghi: le acque di fusione hanno avuto un ruolo iniziale, del tutto esaurito da tempo. La differenza di comportamento messa in luce tra le diverse conche dimostra infatti la stretta connessione tra la durata della forma lacustre e i cosiddetti fattori morfogenetici (caratteristiche litologiche e strutturali). Tutto ciò però non significa che la longevità del lago Minisini ne indichi la possibilità di ulteriore prolungata permanenza. Testimonianze chiare ne dimostrano l'evoluzione attualmente rapida, con tendenza alla scomparsa o alla trasformazione in palude occasionale, dal punto di vista idrografico. Crediamo che la scomparsa dello stagno sia inevitabile, poichè due cause fondamentali per la sua sopravvivenza si presentano sempre più sfavorevoli: il ciclo meteorico, che dal postglaciale è in generale regresso, e la posizione del sistema carsico. Esso è in abbassamento, tendendo al suo livello di base locale, che è definito dalla falda del Tagliamento. Ciò determina, per quanto illustrato nel capitolo precedente, l'incremento delle perdite a fianco di una riduzione degli afflussi.

Non molto tempo perciò trascorrerà prima che lo stagno sia praticamente estinto (ferme restando le influenze antropiche), prescindendo da momenti di regresso evolutivo per eccezionali episodi di alimentazione superficiale e perciò ipogea.

Senza enfattizzare l'apporto, si vuole qui ricordare anche l'effetto delle attività tettoniche recenti, che definiscono una tendenza al sollevamento di quest'area. Per blanda e lenta che sia, tale azione contribuisce alla scomparsa dello stagno, che dunque è in pratica inevitabile a meno di interventi artificiali forse inutili, comunque certo assai onerosi.

Bibliografia

- GUBIANI R. & VAIA F., 1982 - *Morfogenesi differenziata nei dintorni di Gemona del Friuli*, Gortania - Atti Mus. Friul. St. Nat., 4, Udine.
- LORENZI A., 1897 - *Il lago di Ospedaletto nel Friuli*, Cron. Soc. Geogr. It. Roma.
- MARINELLI O., 1894, *Aggruppamenti principali dei laghi italiani*, Bull. Soc. Geogr. It. Roma.
- TARAMELLI T., 1874 - *Dei terreni morenici ed alluvionali del Friuli*, Ann. R. Ist. Tecn., VIII, Udine.

STEFANO TURCO

**DATI PRELIMINARI
SUL FENOMENO CARSIICO
DEL COL LOPIC**

(MASSICCIO DEL M. CANIN - ALPI GIULIE)

Riassunto - Vengono forniti i dati relativi alle ricerche svolte dal C.S.I.F. in quest'area nel periodo 1981-'85. Fra le grotte esplorate di notevole interesse, per il suo sviluppo e la profondità finora raggiunta (-743 m), è la CL-Alvo.

Vengono evidenziati i rapporti esistenti fra schema deformativo dell'area e sviluppo delle cavità.

Abstract - *The first results of the research arranged by the C.S.I.F. in the Col Lopic area (Julian Alps, Northeastern Italy) between 1981 and 1985 are given. The deepest cave in the area is CL-Alvo where a depth of 743 m have been reached.*

There are pointed out the relations between the development of caves and the tectonic characteristics of the area.

Premessa

Questa comunicazione vuole delineare i primi e più immediati risultati del lavoro compiuto dal C.S.I.F. fra il 1981 ed il 1985 nella zona del Col Lopic. Tengo a precisare che le ricerche di carattere speleologico e più strettamente geologico sono tuttora in corso, i risultati qui esposti, quindi, sono forzatamente incompleti e presto soggetti ad integrazione.

Inquadramento geografico

Il Col Lopic appartiene al massiccio del Monte Canin (Alpi Giulie); è una cima secondaria e sfiora appena i 1900 m di quota. La zona di indagine è compresa fra il Monte Poviz ad W, il Monte Robon ad E, Pala Celar ed il Monte Cergnala a S, la

vallata del Rio del Lago a N (tavolettta I.G.M. 1:25.000 14 III SO - Sella Nevea).

Il Col Lopic è raggiungibile con circa tre ore di marcia da Sella Nevea durante la tarda primavera e l'estate seguendo il sentiero 637 a partire dalla strada Sella Nevea-Tarvisio fino a Sella Robon piegando poi ad W. In alternativa è possibile da Sella Nevea prendere la funivia del Monte Canin, seguire poi il sentiero speleologico 636a fino al Monte Poviz e proseguire verso E per il sentiero 637.

Stratigrafia e Tettonica

La zona di indagine è per la quasi totalità interessata da due formazioni, la «Dolomia Principale» del Norico ed i «Calcari del Dachstein» sormontati, solo in zone limitate ed intensamente tettonizzate, dai depositi calcarei liassici.

Nella formazione della «Dolomia Principale» è incisa la vallata del Rio del Lago, dominata dalle pareti settentrionali del Col Lopic.

Si tratta di dolomie cristalline e calcari dolomitici da stratificati a massicci con gusci di lamellibranchi (*Megalodon*) e gasteropodi (*Worthenia*) per una potenza complessiva compresa fra i 1000 ed i 1700 m.

La «Dolomia Principale» viene sostituita sia lateralmente che verticalmente dalla formazione dei «Calcari del Dachstein». Il confine fra le due unità è tutt'altro che netto data l'analogia fra i litotipi, i loro rapporti eteropici e la complessa tettonica.

I «Calcari del Dachstein» sono costituiti da calcari e calcari dolomitici a stratificazione marcata (da 50 a 100 cm) ricchi di resti organici, soprattutto lamellibranchi del genere *Megalodon*. Più in particolare si tratta di calcari micritici ad intraclasti e bioclasti, talvolta alternati a breccie calcaree con elementi a spigoli vivi di granulometria centimetrica.

Un'analisi strutturale della zona del col Lopic necessita perlomeno di un accenno al complesso assetto tettonico dell'intero massiccio del Monte Canin. Questo, come è stato osservato da molti autori, è costituito da una grossa anticlinale dai fianchi debolmente inclinati, con asse E-W.

L'exasperarsi delle spinte orogenetiche orientate N-S ha provocato dapprima la fratturazione in cerniera dell'anticlinale secondo una famiglia di piane E-W vergente a S con forti pendenze e, in tempi successivi, un movimento verticale lungo questi piani divenuti così faglie compressive.

Si può quindi considerare per semplicità il massiccio come composto da due strutture monocliniche l'una vergente a S, l'altra a N.

Disturbi tettonici di importanza decisamente secondaria sono quelli con



Fig. 1 - La freccia indica la posizione della zona descritta.

direzione N-S, NE-SW e NW-SE.

Situazione tettonica di dettaglio

La zona del Col Lopic appartiene alla struttura monoclinale vergente a N con inclinazioni comprese fra i 10° ed i 30° . L'accurato esame delle foto aeree, congiunto ai rilievi di campagna, ha permesso l'individuazione di due evidenti famiglie di lineazioni molto fresche, l'una con direzione E-W, l'altra con direzione ESE-WNW che vanno certamente collegate alle caratteristiche tettoniche dell'intero massiccio.

Le misure effettuate in campagna e visualizzate nel diagramma stellare di fig. 2, hanno però indicato direzioni di più intensa fratturazione differenti. Come risulta dalla figura, infatti, di gran lunga più numerose si sono rivelate direzioni intorno ad ENE-WSW.

Confrontando questa situazione con quanto emerge dalla bibliografia relativa a zone finitime del massiccio del Monte Canin (CASALE & VAIA, 1972; MUSCIO, PONTI & SELLO, 1983) si osservano evidenti analogie, soprattutto per quanto riguarda le lineazioni principali (E-W, ESE-WNW) riferibili alle spinte tettoniche alpine e dinariche.

Prerogativa peculiare del Col Lopic sembra invece essere la presenza della famiglia di fratture subverticali di direzione ENE-WSW. L'estensione piuttosto limitata della zona di indagine ed il numero relativamente contenuto di misure hanno certamente contribuito ad esasperare l'importanza di questa famiglia di discontinuità.

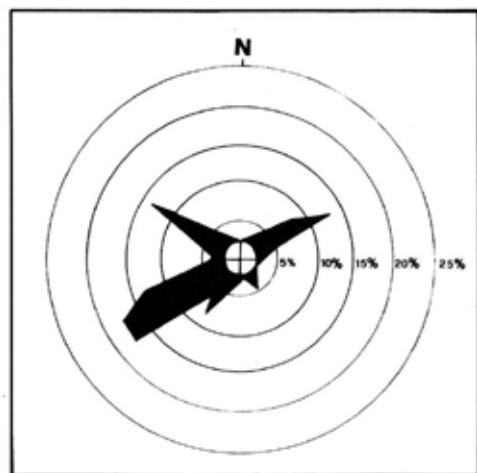


Fig. 2 - Diagramma stellare delle discontinuità beanti rilevate in superficie con indicata la percentuale di frequenza rispetto alla totalità delle misure.

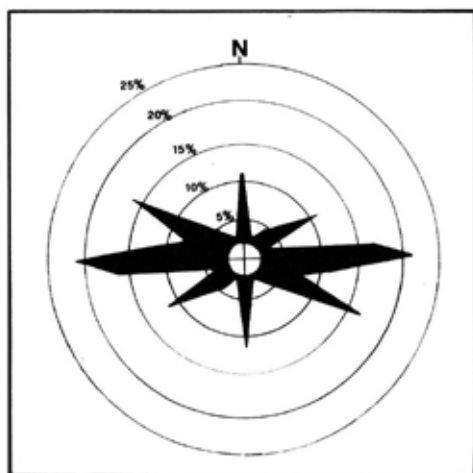


Fig. 3 - Diagramma stellare delle direzioni di sviluppo preferenziale delle cavità della zona desunte del rilievo topografico. Le percentuali segnate indicano la frequenza di una determinata direzione in rapporto alla totalità dei tratti di cavità esplorate.

Bisogna inoltre considerare che le lineazioni principali si presentano con spaziatura minima dell'ordine dei 100 m, mentre la famiglia ENE-WSW presenta una spaziatura minima dell'ordine di 1 m.

E' dunque per queste ragioni, che in fig. 2 alle lineazioni tettoniche principali non corrisponde neanche un submassimo, mentre, per contro, viene esagerata l'importanza delle fratture ENE-WSW.

Considerando l'evoluzione neotettonica delle Alpi Giulie, queste fratture trovano un'esauriente spiegazione. Alla grande faglia E-O viene infatti attribuito nel Quaternario un movimento trascorrente sinistrorso. Le fratture beanti ENE-WSW sarebbero quindi di tensione e dovute alla componente orizzontale di tale movimento.

Idrologia e carsismo superficiale

La circolazione superficiale delle acque è dovuta interamente alle abbondanti piogge ed allo scioglimento dei potenti depositi nivali invernali.

La rete idrografica superficiale è embrionale e frammentata; la fessurazione e la fratturazione, oltre all'esasperato carsismo subaereo, ne impediscono un organico



Foto 1 - Carsismo superficiale nella zona del Col Lopic (foto M. Ponton).



Foto 2 - Carsismo superficiale nella zona del Col Lopic (foto M. Ponton).

sviluppo catturando per intero ogni apporto idrico.

Lo scorrimento delle acque in superficie che deriva da una tale situazione è quindi assai limitato.

Ben sviluppato, invece, il carsismo superficiale, presente con tutte le forme tipiche del carso d'alta quota.

La formazione dei «Calcari del Dachstein» affiora in tutta la zona di indagine costituendo una superficie ideale per la dissoluzione carsica. Si incontrano solchi carsici di ogni tipo, profondi da pochi centimetri sino ad alcuni metri, spesso meandreggianti. Numerose le vaschette di dissoluzione a volte dotate di emissario. L'azione del carsismo lungo ogni tipo di discontinuità presente nella massa rocciosa è così intensa da mascherare addirittura l'originaria rete di fratturazione con articolati meandri, microcavità e pozzi di dimensioni e profondità varie.

Morfologie ipogee e relazioni con lo schema deformativo

Le cavità della zona del Col Lopic sono molto simili alle cavità del resto del massiccio del Monte Canin. I tratti verticali, profondi anche 100 m, sono decisamente prevalenti rispetto alle gallerie orizzontali. Queste si presentano quasi sempre sotto forma di meandri stretti, molto articolari, alti anche 30 cm, che fungono da raccordo fra un pozzo e quello successivo.

Lo sviluppo in pianta, anche per gli abissi più profondi, è sempre piuttosto limitato, i pozzi si succedono quasi a seguire una verticale ideale, scostandosi di poche decine di metri da essa.

Per verificare i rapporti fra la speleogenesi e lo schema deformativo ipotizzato, è stato costruito un diagramma stellare delle direzioni di sviluppo preferenziale delle cavità desunte dal rilievo topografico e dalle misure dirette in grotta (fig. 3).

Confrontando fig. 3 con fig. 2 si osservano evidenti corrispondenze.

Ambedue i diagrammi presentano un massimo in corrispondenza delle direzioni ENE-WSW e WNW-ESE rivelando il condizionamento esercitato da queste famiglie di lineazioni sulle speleogenesi. Tale corrispondenza viene però a mancare per le direzioni N-S e, soprattutto, E-W, massimo assoluto nel diagramma di sviluppo preferenziale dei tratti di cavità. Questo fatto può essere dovuto alla particolarità della zona ed al limitato numero di misurazioni effettuate in superficie che, come già osservato nella parte relativa alla situazione tettonica di dettaglio, falsano almeno in parte la reale portata dei dati visualizzati in fig. 2.

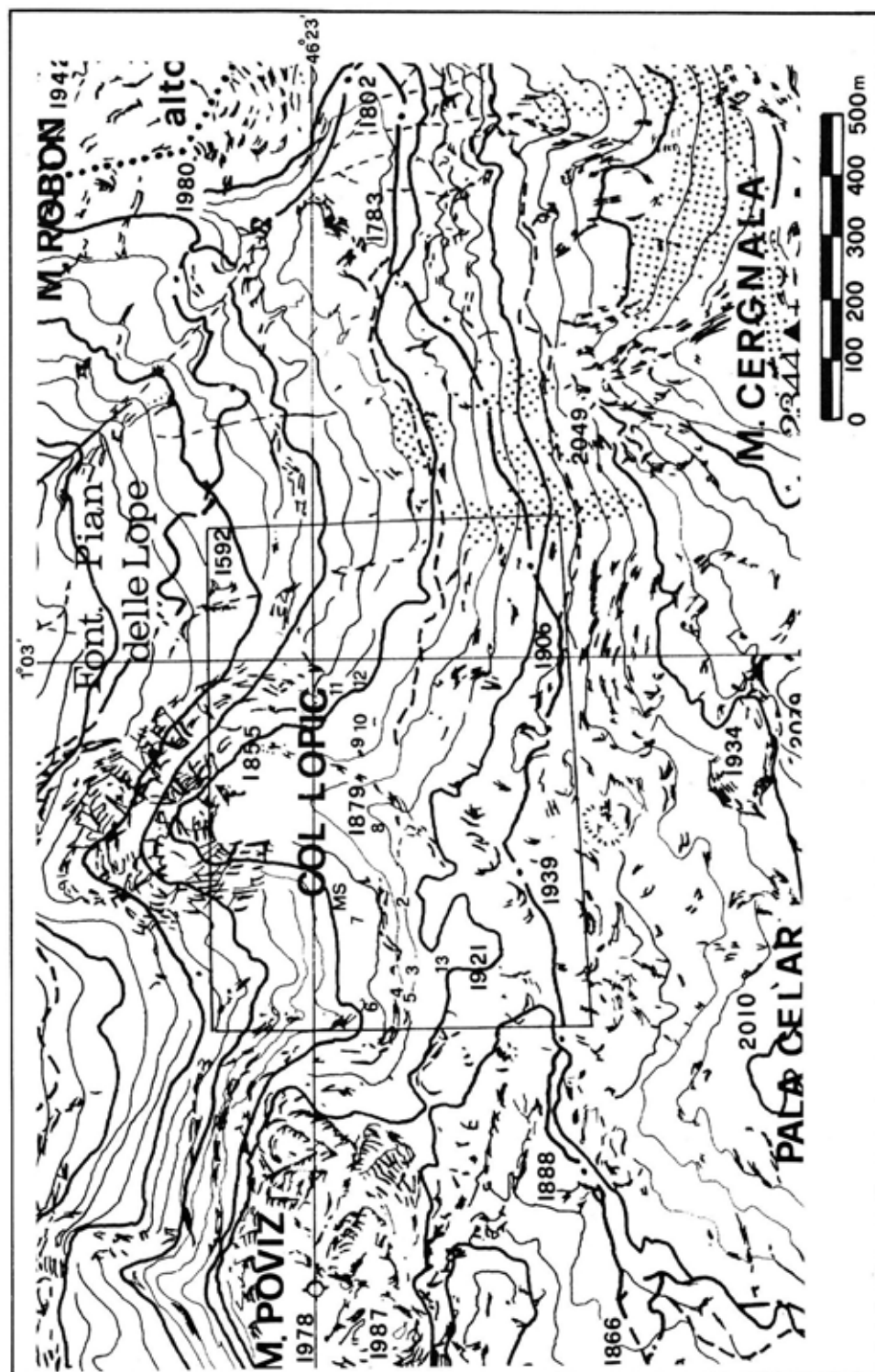


Fig. 4 - Posizione delle cavità fin'ora esplorate nella zona del Col Lopic - (3 = CL3; 4 = ... MS = Abisso Modonutti - Savoia).

Elenco catastale delle cavità del Col Lopic

numero	nome	quota ingresso	profondità
Fr. 1837	CL1-CL3 (Abisso Città di Udine)	1875 m	525 m
Fr. 2109	CL2	1855 m	36 m
Fr. 2110	CL4	1850 m	12 m
Fr. 2111	CL5	1850 m	11 m
Fr. 2112	CL6	1850 m	10 m
Fr. 2113	CL7	1808 m	7 m
Fr. 2114	CL8	1850 m	12 m
Fr. 2115	CL9	1813 m	13 m
Fr. 2116	CL10	1810 m	50 m
Fr. 2117	CL11	1805 m	8 m
Fr. 2118	CL12	1840 m	12 m
Fr. 2119	CL13	1850 m	12 m
Fr. 2380	CL ALVO (Abisso Modonutti-Savoia)	1800 m	743 m

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento a Gabriele Peressi per l'elaborazione della parte grafica ed a Giuseppe Muscio per la lettura del manoscritto.

Grazie a tutti i soci del CSIF che con le loro esplorazioni hanno reso possibile questo lavoro.

Bibliografia

- CANDOTTI G.F., 1982 - *Relazione di un anno di ricerche speleologiche nella zona carsica del Col Lopic (Massiccio del M.te Canin, Udine, Italia)*. In «Mondo Sotterraneo». n.s., a.V., n. 2 (ottobre 1984). pp. 10-12.
- CARULLI G.B., et alii, 1980 - *Evoluzione strutturale plio-quadernaria del Friuli e della Venezia Giulia*. Contributo Prelim. Real. Carta Neotettonica d'Italia. Pubbl. 356, P.F. Geodinamica. C.N.R.
- CASALE A. & VAIA F., 1972a - *Relazione fra schema deformativo e cavità carsiche nell'Abisso M. Gortani (M. Canin - Alpi Giulie)*. In «Atti e Memorie» della Comm. Grotte E. Boegan. Vol. XI (1971).
- CASALE A. & VAIA F., 1972b - *Prima segnalazione della presenza del Giurassico superiore e del Cretacico superiore nel Gruppo del Monte Canin (Alpi Giulie)*. In «Studi Trentini di Sc. Naturali», sez. A. Vol. XLIX (1972), n. 1.
- CUCCHI F., 1975 - *I diagrammi nello studio delle cavità*. Suppl. ad «Atti e Memorie della Comm. Grotte E. Boegan. 1975 (preprint).
- MUSCIO G., PONTON M. & SELLO U., 1983 - *Il fenomeno carsico del Monte Robon (Massiccio del Monte Canin, Udine, Italia)*. In «Atti Conv. Inter. Carso d'Alta Montagna». Vol. I. Impeglia, aprile 1982.
- TURCO S., 1983 - *L'abisso "Città di Udine" (CL 3 - Fr. 1837)*. In «Mondo Sotterraneo». n.s., a. VII, n. 1 (aprile 1983). pp. 15-22.

FEDERICO SAVOIA & GIOVANNI STEFANINI

L'ABISSO «STEFANO MODONUTTI - LUIGI SAVOIA»
(FR. 2380) SUL COL LOPIC

Riassunto: Vengono descritte le caratteristiche della cavità Fr. 2380, dedicata alla memoria di Stefano Modonutti e Luigi Savoia. La grotta è una delle più profonde della zona raggiungendo i 743 m, con la presenza anche di altre possibili prosecuzioni.

Abstract: *There are described the characteristics of the Fr. 2380 cave, dedicated to the memory of Stefano Modonutti and Luigi Savoia. The cave, that presents other possible ways of prosecution, it's 743 m depth.*

Premessa

Il massiccio del monte Canin non finisce mai di stupire.

Dopo le oltre cento grotte scoperte ed esplorate nella zona del monte Robon, pensavamo che non avremmo avuto più sorprese.

Le nostre ricerche si erano spostate già da alcuni anni sul vicino Col Lopic, dove avevamo esplorato un abisso di 525 metri, intitolato «Città di Udine».

Il 30 giugno dell'85, soci del Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, durante una battuta nella zona ancora coperta di neve, udirono un forte rumore d'acqua corrente provenire da uno stretto pertugio tra neve e roccia.

A causa dello spesso manto nevoso, non fu possibile quel giorno tentare la discesa.

Nel corso del mese seguente furono effettuate due esplorazioni fino a 100 metri di profondità.

Si dovette attendere la fine dell'estate con le sue eccezionali condizioni di siccità per spingersi oltre.

Le esplorazioni proseguirono per tutti i fine settimana di settembre, fino al 5

ottobre, quando durante l'ultima punta fu raggiunta la massima profondità di —743 metri.

Descrizione della grotta

Procedendo in direzione NW dalla faglia lungo la quale si apre l'abisso «Città di Udine», si incontrano banchi orizzontali di «Calcari del Dachstein» di età Triassico superiore, ricchi di piccole cavità già esplorate nell'anno 1980.

Al limite Nord di questa zona, in vista del fondovalle a quota 1800 m, si incontra una piccola dolina dal fondo ostruito da terra e detriti, a prima vista priva di vie di prosecuzione.

Ad un più attento esame, però, sul lato sud si nota un piccolo meandro. Questo è l'ingresso dell'abisso.

La discesa inizia in verticale per 5 metri nello stesso meandrino. Da qui, con un pozzo in libera di 11 metri si arriva in una piccola sala. Un saltino di 4 metri porta all'imbocco del primo meandro, stretto e tortuoso.

Dopo un tratto orizzontale di 50 metri in direzione W-E, si arriva ad una serie di pozzi che portano a —200, dove si incontra il secondo meandro. Anche questo si sviluppa in direzione W-E per 120 metri, ed è percorso sul fondo da un ruscello attivo anche nei periodi di grande siccità.

Dalla fine del meandro ci si affaccia ad una serie di pozzi che portano alla profondità di —300, alla sommità di un salto da 100 metri (diametro medio 12 metri).

Ci si rende conto a questo punto di essere entrati in un più vasto sistema ipogeo del quale, la via seguita fino ad ora, costituisce solo uno dei collettori.

In effetti dalla profondità di —440 si incontrano varie vie d'arrivo laterali, una delle quali (fossile), presenta due prosecuzioni costituite da due pozzi non ancora esplorati, ma della profondità stimata di circa 50 metri.

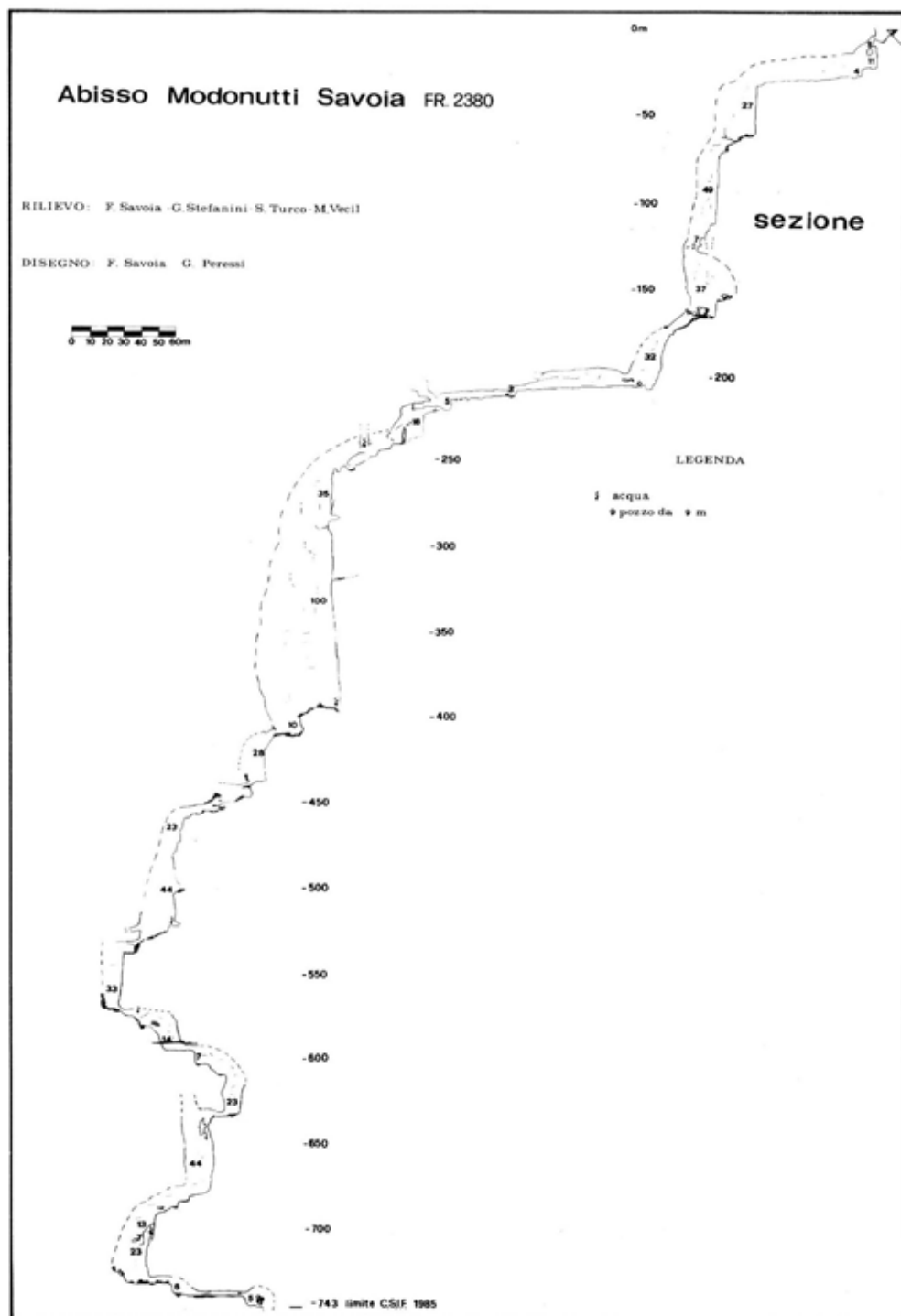
La via da noi seguita prosegue lungo la frattura W-E che condiziona l'abisso nel suo sviluppo fino alla profondità di —550 metri, dove si giunge lungo una serie di ampi pozzi battuti dall'acqua.

Qui, come detto, l'abisso cambia bruscamente direzione per disporsi lungo una nuova frattura (N-S).

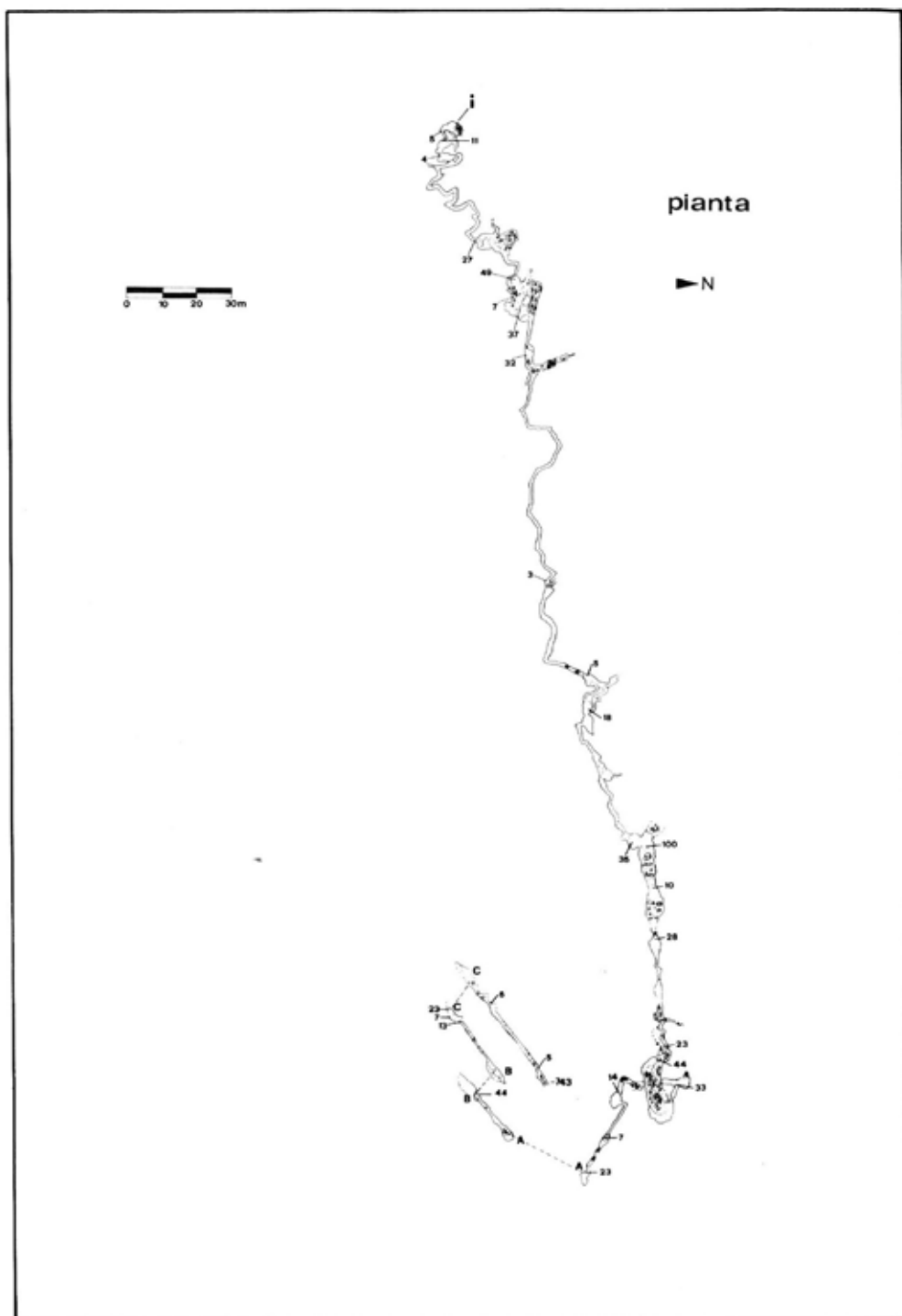
Seguendo sempre il percorso dell'acqua in grandi pozzi levigati, si arriva a —720 metri.

A questo punto, improvvisamente, si passa dalle rocce calcaree alla dolomia.

Si percorrono due condotte semi allagate intervallate da piccoli salti. Alla fine



Tav. 1 - Sezione dell'Abisso «Modonutti-Savoia» (Fr. 2380).



Tav. 2 - Pianta dell'Abisso «Modonutti-Savoia» (Fr. 2380).

della seconda galleria si apre un pozzo nel quale si perde una cascata e non disceso per mancanza di corde. Siamo a 743 di profondità.

Qui la presenza di abbondante fango nero sulle pareti, l'assenza di correnti d'aria ed il fatto stesso di essere sbucati sotto allo spessore di calcare, fanno ritenere che il fondo dell'abisso non sia lontano.

Armo dei pozzi: scheda tecnica

- P. 5: armo nat. in alto a Sx su ponte di roccia.
- P. 11 armo nat. su ponte di roccia.
- P. 4: armo nat. su spuntone.
- P. 27: spit m. 2 prima del pozzo a Sx in basso e spit esterno a Sx in alto.
- P. 41: spit m. 3 sopra imbocco e spit a Sx all'imboccatura;
a —21 frazionamento m. 3 a Dx.
- P. 5: spit e corda pozzo precedente.
- P. 5: spit e corda pozzo precedente.
- P. 7: armo nat. in alto a Sx.



Foto 1 - Interno della cavità (Foto S. Turco).



Foto 2 - Interno della cavità (Foto S. Turco).

- P. 37: spit su parete opposta.
- P. 32: armo sopra il pozzo su masso incastrato;
a —4 due spit m. 3 a Sx.
- P. 3: spit in alto a Dx.
- P. 5: armo naturale in alto a Dx.
- P. 18: armo naturale a Sx in basso;
a —8 attacco su lama.
- P. 35: doppio spit in partenza a Sx.
- P. 100: 2 spit in alto a Dx;
—4 frazionamento spit;
—35 frazionamento spit.
- P. 10: spit un metro a Sx.
- P. 28: spit in alto di fronte;
—2 frazionamento su lama di roccia.
- P. 18: spit in alto a Sx.
- P. 44: spit in alto a Sx;
—3 spit a Dx.
- P. 33: spit in alto a Dx;
—28 spit su cornicione.
- P. 14: spit m. 3a Sx all'interno del pozzo.
- P. 7: spit m. 1 a Dx all'interno del pozzo.
- P. 23: spit m. 4 a Sx all'interno del pozzo.
- P. 44: armo naturale;
—6 spit.
- P. 13: spit a Dx;
—2 spit m.3 a Dx.
- P. 8: spit a Sx.
- P. 23: armo nat. su lama di roccia.
- P. 6: armo nat. su masso.
- P. 6: armo nat. su masso incastrato.
- P. 7: NON DISCESO.

Bibliografia

TURCO S., 1985 - *Il fenomeno carsico del Col Lopic*, Mondo Sotterraneo, in stampa.

GIOVANNI STEFANINI

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA
DEL FENOMENO CARSICO
NELLA REPUBBLICA DOMINICANA

... "La Espanola tiene una provincia llamada Caonao, en la que está una montana que se llama Cauta, que tiene dos cuevas nombradas Cacibajagua una, y Amayaúna la otra.

De Cacibajagua Salíó la mayor parte de la gente que pobló..."

Pané

Riassunto: Viene analizzata la potenzialità speleologica della Repubblica Dominicana. I dati si basano sulla letteratura e su sopralluoghi effettuati nell'area fra gli anni 1979-1985.

Abstract: *It's analysed the speleological potentiality of Dominican Republic. Some data are taken from bibliography, other are based on the investigations made between 1979 and 1985.*

Premessa

All'arrivo degli Spagnoli sull'Isola che ribattezzarono Hispaniola, questa era abitata dal popolo Taino, cacciatori, pescatori e raccoglitori. Gente pacifica che adorava divinità legate ai fenomeni naturali.

L'aspetto mitologico che ci interessa ricordare qui, è la credenza raccolta dallo spagnolo Pané dagli Indios, circa la loro origine.

Essi infatti tramandavano che la maggior parte dei loro antenati erano comparsi sull'isola uscendo dalla grotta chiamata Cacibajagua, sul monte Cauta, nella provincia di Caonao.

Abbiamo incominciato ad interessarci del fenomeno carsico di Hispaniola nel

1979, in occasione di un primo soggiorno e in conseguenza di visite effettuate alle manifestazioni carsiche più facilmente individuabili o rese turistiche.

La Repubblica Dominicana divide con la Repubblica di Haiti l'isola di Hispaniola, occupandone i due terzi della superficie dal lato orientale. L'isola fa parte dell'arcipelago delle Grandi Antille, insieme a Cuba, Giamaica e Portorico.

La superficie di S. Domingo è di quasi 50.000 kmq., con uno sviluppo costiero di poco inferiore ai 1.600 km.

I caratteri morfologici sono quanto mai vari: alla lunga fascia costiera fa da contrappunto una grande Cordigliera posta al centro dell'Isola che tocca con la sua vetta più alta, il Picco Duarte, i 3.175 metri. Un'ampia zona di depressione nella regione Sud Occidentale scende a livello di —44 metri, sui bordi del lago Enriquillo.

Zone aride e inospitali confinano con montagne coperte da foresta tropicale e solo in parte conosciute. Ampie regioni coltivate a risaie occupano le pianure centrali: i grandi altipiani dell'oriente dell'isola sono coperti dalle piantagioni di canna da zucchero.

L'economia del paese è basata prevalentemente sull'agricoltura e sulla esportazione dei prodotti tipici dei Caraibi: zucchero, caffè, tabacco e cacao.

E' attiva l'industria estrattiva e prendono la via del mercato internazionale oro, argento, carbone, ferro e bauxite.

Una delle voci attive di maggior peso nella bilancia dell'economia Dominicana è il turismo, che sta conoscendo un forte sviluppo da poco meno di dieci anni.

Caratteristici e pregevoli sono gli allevamenti di bovini allo stato semi brado.

Una nota dolente viene però dal depauperamento ambientale causato dalla più completa ignoranza di questi problemi, da parte di una popolazione troppo presa dal quotidiano per potersi occupare del futuro degli equilibri dell'eco-sistema.

Così le foreste vengono abbattute per produrre carbonella e lasciano posto a selve intricate e inospitali; la falda freatica viene inquinata dagli scarichi dei pozzi neri.

Sopralluoghi

Possiamo brevemente riassumere le varie tappe delle nostre indagini sul fenomeno carsico della Repubblica dominicana.

Inverno 1979: visito alcune grotticelle che si aprono all'interno stesso della capitale, prive di grande valore speleologico. Compio varie escursioni all'interno, individuando zone carsiche interessanti (La Romana e Higüey).

Inverno 1981: Stefano Modonutti visita Los Tres Ojos e la zona subito al Nord

de La Caleta.

Inverno 1982: viene effettuata la prima indagine speleologica degna di tal nome. Stefano Modonutti e Luigi Savoia visitano alcune zone di vario interesse. Nel promontorio di Samana localizzano due grotte, una delle quali percorsa da un fiume. Con un aereo privato sorvolano il massiccio de Los Haitises intuendone la grande potenzialità speleologica; scattano foto aeree.

Ritornano in Italia alla vigilia del 6° Congresso Regionale di Speleologia del Friuli Venezia Giulia, al quale presentano una breve nota verbale illustrata da diapositive.

Inverno 1983: percorro tutta l'isola alla ricerca di zone carsiche o di interesse archeologico. Individuo le une e le altre. Raggiungo l'ingresso di numerose cavità e delimito chiaramente l'ubicazione delle aree carsiche. Effettuo scavi d'assaggio all'ingresso di alcune grotte, porto alla luce vari frammenti precolombiani di buona fattura, in pietra, osso e terracotta. Prendo contatto con la Direzione dei Musei Nazionali Dominricani e con una emanazione del Museo del Hombre Dominicano: la Sociedad Dominicana de Espeleologia.

Inverno 1984: sono sul posto insieme a Umberto Sello e Stefano Turco. Scopo

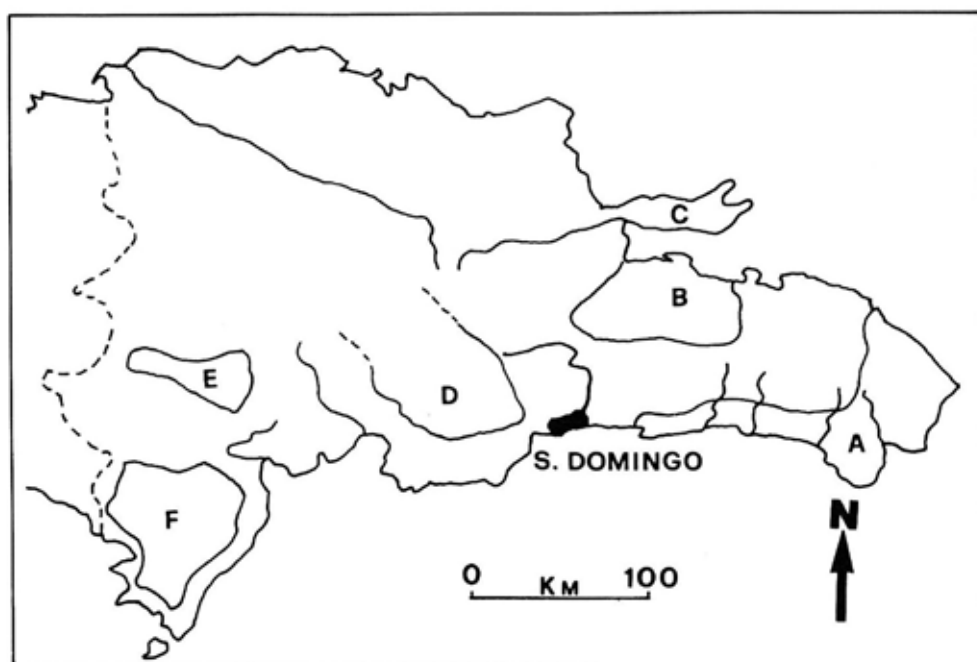


Fig. 1 - Localizzazione delle aree carsiche di maggiore interesse.

A - La Caleta, La Romana, Higüey; B - los Haitises; C - Promontorio di Samana; D - San Cristobal; E - Sierra de Neiba; F - Sierra de Baoruco.

della spedizione è l'esplorazione di alcune cavità individuate negli anni precedenti e la definizione degli accordi con la Dominicana de Espeleologia.

Durante tre settimane di soggiorno esploriamo cinque cavità nella zona di La Caleta e nella regione della Romana.

La più interessante di queste risulta essere la grotta che gli abitanti della zona chiamano «Cueva del Misterio»: la esploriamo parzialmente per più di un km. Effettuiamo uno scavo di assaggio all'ingresso e portiamo alla luce una stupenda macina in pietra con pestello, di età Arcaica (3.000 a.C. ca.).

Più all'interno troviamo cocci di terracotta.

Questi reperti sono adesso esposti al Museo Nazionale della Caleta, presso l'Aeroporto Internazionale.

Formalizziamo gli accordi con la S.D.E. e stipuliamo un trattato di mutua assistenza e collaborazione per l'esplorazione delle grotte e lo studio dei vari fenomeni attinenti al carsismo nella Repubblica Dominicana.

Ci viene dato mandato di rappresentare la S.D.E. a tutti gli effetti in tutte le manifestazioni e i Congressi speleologici Europei. Da parte nostra diamo loro lo stesso incarico per la zona del Centro America.

Gennaio 1985: Federico Savoia effettua battute a largo raggio su tutto il territorio della Repubblica. Prende accordi per una spedizione CSIF da effettuarsi con una decina di uomini nel corso dell'inverno 1985/86.

Nella pianta dell'Isola (Fig. 1), sono evidenziate le sei zone di interesse Speleologico individuate fino a questo momento. Non escludiamo che ce ne siano delle altre. L'area evidenziata con la lettera D è stata lasciata tratteggiata nella parte settentrionale: questo perchè penetrare nella zona è molto difficile e noi stessi non abbiamo potuto addentrarci.

Possiamo adesso fornire una breve descrizione per ciascuna di queste zone.

La Caleta, la Romana, Higüey

Si tratta di una lunga e vasta fascia di calcari costieri di età Pleistocenica in graduale transizione verso la terra ferma interessati, in alcune zone dell'estremità orientale dell'isola, da depositi clastici.

Gli aspetti morfologici superficiali sono quelli di un bassopiano arido, coperto da una vegetazione bassa e a tratti impenetrabile, in mezzo alla quale svettano cactus di alto fusto. Si incontrano anche piante da frutto e orchidee.

La profondità potenziale di queste formazioni calcaree è limitata; molte delle

cavità individuate sono chiuse da sifoni subito dopo l'ingresso. Nella zona della Romana si incontrano anche sorgenti d'acqua dolce e cavità fossili.

Un fenomeno particolarmente interessante individuato in questa zona è poco a nord de La Caleta: qui il Rio Brujelas, un fiume della portata paragonabile a quella del nostro Isonzo, scompare in una serie di inghiottitoi, per non più riemergere, ad una distanza di 6 km. in linea retta dal mare.

In corrispondenza della sua ipotetica foce sottomarina sono state individuate varie risorgenze. Tra queste un vero e proprio delta subacqueo con cinque uscite chiamato Los Manentiales, molto simile alle bocche del Timavo, esplorato e rilevato per 500 metri. (Fig. 3).

Los Haitises

Si presenta come una delle zone di maggior interesse speleologico. E' un'area di circa 500 kmq. di superficie, caratterizzata dalla presenza di picchi calcarei Oligocenici strettamente addossati gli uni agli altri e coperti di bassa e fittissima vegetazione.

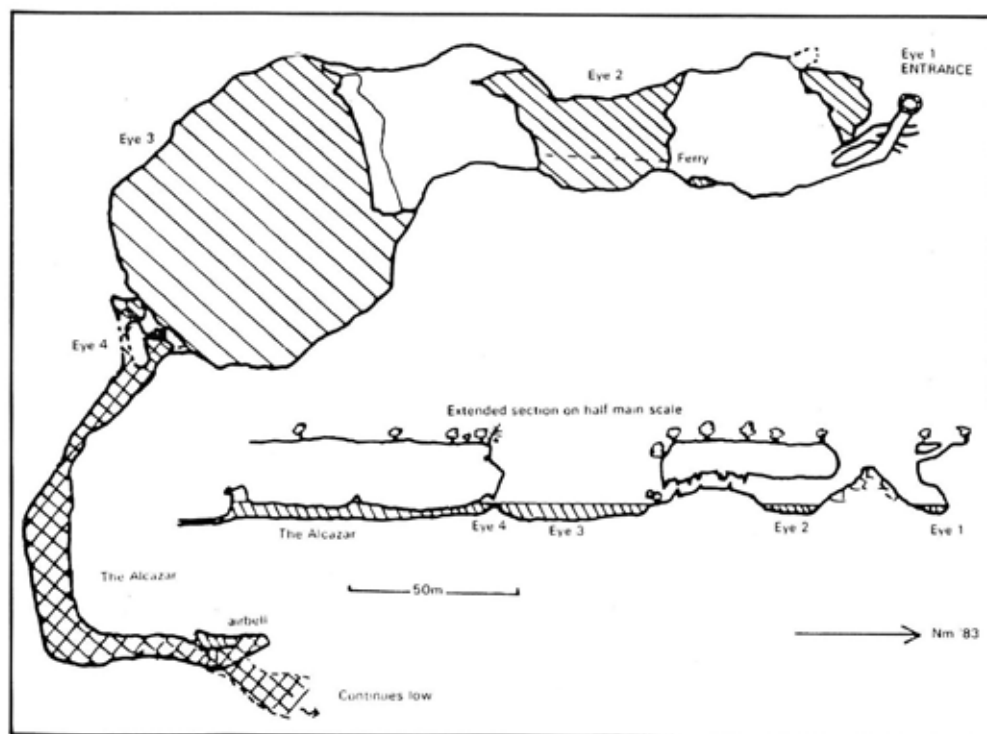


Fig. 2 - Rilievo de «Los Tres Ojos» (da R. Palmer, 1983)

La zona è delimitata a Nord della Baia di Samana, a Est dal letto del Rio Jabon e a Ovest dal Rio Payabo.

Entrambi i fiumi scorrono verso Nord e sfociano nella Baia di Samana. I due estuari distano in linea d'aria 40 km. e nell'area compresa tra di essi non vi è altro scorrimento superficiale.

Dall'osservazione aerea, però, e dalle foto scattate dall'alto, risultano numerose sorgenti sottomarine sotto costa.

Los Haitises sono disabitate e inabitabili, solo parzialmente esplorate e di difficilissimo accesso. L'altezza media dell'altipiano non supera i 600 metri e la piovosità è abbondantissima (mancano comunque dati precisi).

Lungo il perimetro occidentale, l'unico al quale ci si può avvicinare agevolmente, sono state individuate una decina di cavità ad andamento orizzontale.

Los Haitises sono protette dalla legge Dominicana come Parco Nazionale.

Promontorio di Samana

Delimita al Sud la grande baia alla quale dà il nome. E' un promontorio montagnoso, costituito per la maggior parte da calcari Miocenici, coperto da vegetazione tropicale e ricco di cavità e testimonianze precolombiane.

Le grotte individuate sono numerose, alcune riccamente percorse da acque che per la maggior parte vanno ad emergere sotto la superficie del mare lungo la costa.

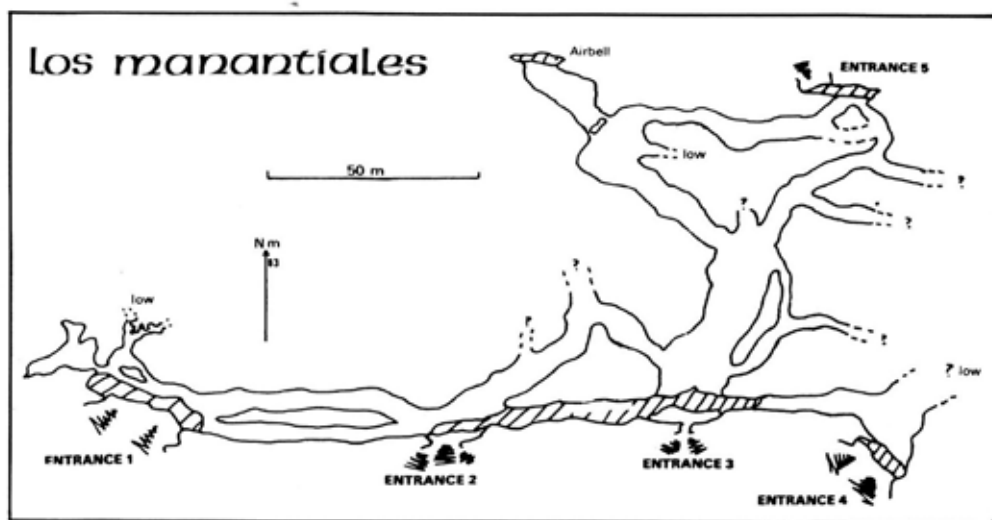


Fig. 3 - Rilievo di «Los Manentiales» (da R. Palmer, 1983).

San Cristobal

E' la propaggine meridionale della Cordillera Centrale, vera spina dorsale dell'Isola, che percorre in tutta la sua lunghezza da NNW a SSE. E' ricca di vette sopra i 2.000 metri. Le montagne sono coperte da fitta vegetazione che va diradandosi salendo di quota, dove il clima è mite.

La zona esaminata presenta formazioni Calcaree Mioceniche ed Oligoceniche, a tratti si incontrano conglomerati calcarei e calcareniti. La morfologia della superficie è quella tipica delle zone carsiche. Abbondano doline e piccoli pozzi; qui si trova la grotta più famosa e studiata della Repubblica Dominicana: la «Cueva del Puente», oggetto di interessanti pubblicazioni e ricca di iscrizioni rupestri e testimonianze precolombiane.

Sierra de Neiba

E' una zona non molto estesa al Nord del lago Enriquillo. Si incontrano, lungo la sua linea di sviluppo (Est-Ovest), calcari Oligocenici ed Eocenici.

La Sierra presenta rilievi fino ad oltre i 2.000 metri. Le cime delle montagne sono

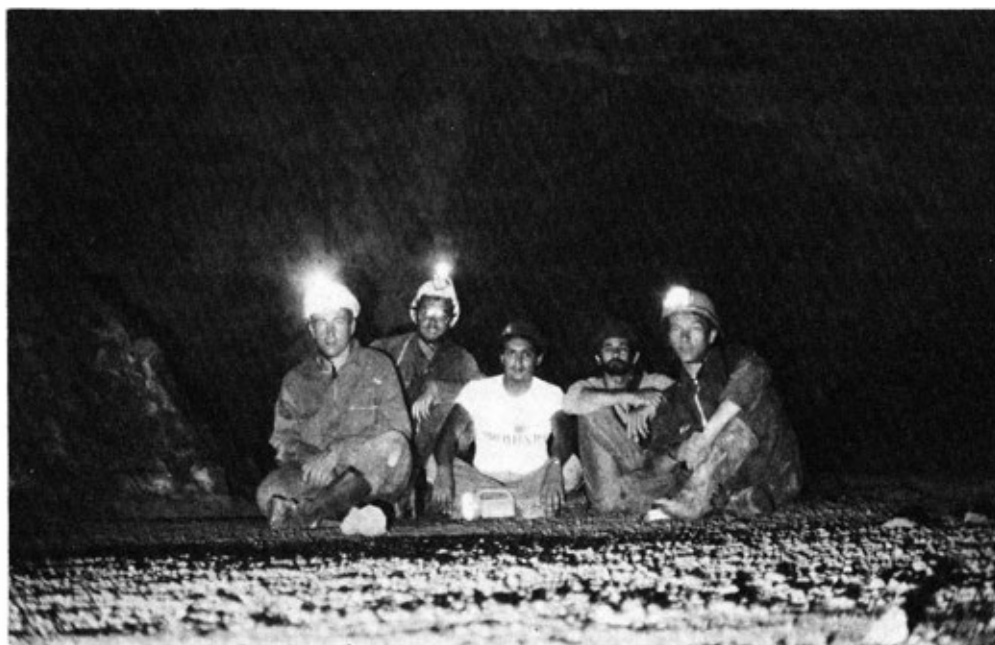


Foto 1: La «Cueva del Puente».

aride e spoglie. Nelle numerose conche e depressioni si sviluppano rigogliosi tratti di foresta tropicale. Sui fianchi dei rilievi sono facilmente individuabili fratture carsiche.

Sierra de Baoruco

Si tratta di un alto e tormentato altipiano calcareo nel Sud-Ovest della Repubblica. Affiora dal mare a Sud e con una serie di superfici erose a forma di gradoni, raggiunge l'altezza massima al Nord a 2.420 metri. La superficie è circa 800 kmq.

In questa zona è predominante la presenza di Calcarei Eocenici ed Oligocenici, che si estendono dalle quote maggiori fino alle pianure costiere.

L'area è interessata da una serie di configurazioni carsiche molto evidenti: inghiottitoi, doline e valli asciutte.

I pendii più alti sono interessati da precipitazioni per la maggior parte dell'anno e il drenaggio è quasi esclusivamente sotterraneo.

Al Nord le montagne scendono a picco verso la depressione del lago Enriquillo che, come detto, è una valle chiusa a 44 mm. sotto il livello del mare.

Insieme a Los Haitises è la zona speleologicamente più interessante e quasi altrettanto sconosciuta.

I maggiori problemi per l'esplorazione delle grotte della Repubblica Dominicana sono connessi a fattori vari, ma tutti riconducibili ad un unico denominatore: riuscire a raggiungerle.

Abbiamo già detto come gli altipiani de Los Haitises siano praticamente inesplorati, ma bisogna anche aggiungere che a causa della vegetazione, fittissima in alcune zone, neanche nelle altre aree carsiche risulta molto facile muoversi.

La rete stradale che è ottima lungo le coste, si trasforma in piste dissestate non appena ci si porta all'interno.

Le regioni delle quali abbiamo parlato sono scarsamente popolate o del tutto disabitate. Molto spesso, perciò, non ci si può aiutare nelle ricerche neanche con le informazioni raccolte sul posto.

Ancora: la vegetazione delle selve tropicali rappresenta già da sola un ostacolo alla avanzata, ma a questo bisogna aggiungere che gli stessi ingressi delle grotte sono coperti di piante che spediscono all'interno radici lunghe decine di metri alla ricerca dell'acqua.

Non mancano le insidie del regno animale: tarantole, vedove nere e vespe «ammazza-cavalli» abbondano.

E' presente la zanzara *Anopheles*, portatrice della malaria.

A quanto ci è stato dato di osservare, pare per di più che le tarantole prediligano gli ingressi delle cavità per stabilirvi la dimora.

Ma neanche più all'interno si può stare tranquilli.

La letteratura medica Dominicana riporta casi di Istoplasmosi, anche se nessuno ufficialmente collegato al pipistrello come portatore.

Ringraziamento.

Un ringraziamento particolare a Luciano Saverio Medeot, i consigli e la consulenza del quale hanno permesso la realizzazione di questo lavoro.

Bibliografia

- ALEGRIA R.E., 1978 - *Apuntes en torno a la mitología de los indios Tainos*. Barcellona, 1978.
- PAGAN PERDOMO D., 1978 - *Nuevas pictografía en la Isla de Santo Domingo, las Cuevas de Borbon*. . ed. Museo del Hombre Dominicano. Santo Domingo, 1978.
- PALMER R., 1983 - *Dominican Republic: a brief study of caving potential*. In: *Caves and Caving*, n. 21, agosto 1983. Londra, 1983.
- SEGRETERIA DE ESTADO POR EL TURISMO, 1982 - *La Republica Dominicana*. Santo Domingo, 1982.

BRUNO PANI (*) & ANTONIO STEFANON (**)

CAPO PALINURO 1984: L'INCIDENTE, LE IPOTESI, GLI ACCERTAMENTI, LE CONCLUSIONI

PARTE PRIMA: L'INCIDENTE E LE IPOTESI

Riassunto: Viene esaminato l'incidente che, nell'agosto del 1984, è costato la vita a Luigi Savoia e Stefano Modonutti durante l'esplorazione della Grotta di Cala Fetente. Vengono presentate varie ipotesi sulle cause dell'incidente.

Le conclusioni saranno oggetto di un successivo articolo.

Abstract: *It's described the accident that, in summer 1984 during the exploration of Cala Fetente Cave, was the cause of the death of two cave-divers: Stefano Modonutti and Luigi Savoia. The hypothesis about reasons of the accident are examined. The conclusions will be given in a following article.*

1. Premessa - I fatti

Il 15 agosto 1984 perdevano la vita a Capo Palinuro Luigi Savoia e Stefano Modonutti. Essi erano impegnati nell'esplorazione di un lungo sifone subacqueo, da essi scoperto e già esplorato nella Pasqua precedente.

La complessità, le modalità, l'inspiegabilmente fulminea quanto tragica e mortale conclusione dell'incidente hanno suscitato perplessità, attenzioni, ridde di ipotesi non sempre chiare, soprattutto perchè formulate in un contesto giustificatamente emotivo e poco idoneo ad una indagine razionale dei fatti.

Fin dal primo momento, gli autori si erano proposti di ricostruirne l'andamento con la dovuta precisione per gettare la massima luce sulla tragedia.

Ciò sia perchè lo spiegare un incidente consente che questo possa in futuro essere facilmente evitato in circostanze simili, sia in adempimento ad una sorta di

* Scuola Federale d'Immersione - Udine

** Istituto di Biologia del Mare, C.N.R., Venezia

Durante tale fase organizzativa, i sommozzatori di supporto — prima della spedizione finale — procedevano ad una accurata ispezione della parte iniziale del sistema ipogeo, anche per raccogliere una documentazione fotografica e cinematografica (pur limitata ai punti più accessibili) di un fenomeno di bellezza unica e di grande interesse scientifico.

In tale occasione la maggior parte dei sommozzatori — anche se non specificatamente speleosommozzatori — si recò sino in fondo al cunicolo secondario (ove poi accadde la disgrazia) che non presentava difficoltà particolari. Questo perchè l'esplorazione più impegnativa era giustamente riservata agli specialisti e non ai semplici subacquei, pur di provata esperienza ultradecennale.

A parte le insidie sempre insite in tale tipo di attività — e tragicamente confermate — non furono riscontrati particolari pericoli in tutta l'esplorazione del sistema di Cala Fetente; il cavernone iniziale con il laghetto (dopo il primo sifone) fu persino oggetto di divertenti esercizi in apnea, con passaggio sotto archi naturali, con una temperatura dell'acqua di oltre 20 gradi, che consentiva l'eliminazione della muta.

Nulla di men che positivo è stato rilevato sul comportamento degli speleosommozzatori; per puro scrupolo e dovere di cronaca possono essere riportate le seguenti osservazioni:

- una sicurezza e disinvoltura eccessive soprattutto se ragguagliate alla esperienza subacquea non eccezionale;
- la tipica disinvoltura di quasi tutti gli speleosub nell'utilizzare componenti anche essenziali dell'attrezzatura da immersione (quali ad esempio gli erogatori) chiesti in prestito ad altri subacquei, anche se affidabilissimi; sarebbe invece opportuno usare soltanto strumenti propri, di cui si conosce personalmente lo stato di manutenzione e l'efficienza.

Tali considerazioni sono qui riportate solo per dovere di cronaca, precisando che esse non hanno nulla a che vedere, neppure in via collaterale od accessoria con la tragedia di Ferragosto; esse sono riportate perchè frutto di considerazioni collettive e contestuali, alle quali proprio Luigi e Stefano avevano offerto il maggior contributo.

3 - La spedizione dell'agosto 1984 e l'incidente

Era intendimento generale — ed era stato recepito tra gli obiettivi del CSIF — di ritornare nella zona di Capo Palinuro e ripetere l'esplorazione del complesso, nonchè di iniziare il censimento ed una prima esplorazione della vasta serie di fenomeni carsici che traforano ovunque il promontorio. Gigi e Stefano in particolare avevano

deciso di passare le loro ferie a Capo Palinuro, ma con l'intendimento iniziale di divertirsi soltanto, senza dedicarsi in modo impegnativo alle indagini speleosub: avevano infatti programmato di portar seco tavole a vela e la motocross. Solo in una seconda fase emerse il loro desiderio di ripetere l'esplorazione di Cala Fetente, equipaggiandosi per un collegamento telefonico con l'esterno, e cercando di spingere a fondo l'esplorazione del vasto sistema in secco collegato al cavernone finale. Tale decisione si concretizzò soprattutto in seguito alla maturata disponibilità di Federico Savoia, indubbiamente il più esperto degli speleosommozzatori del CSIF ed uno degli speleosub più validi come minimo a livello nazionale.

Sempre per dovere di cronaca vi è da dire che tali intendimenti non trovarono il consenso generale; infatti non si riteneva agosto la stagione più adatta a compiere imprese del genere, dato il sovraffollamento turistico; mancava inoltre un adeguato supporto logistico e di sostegno (non era assicurata la barca appoggio, le ricariche dovevano essere effettuate attraverso i compressori locali; non vi erano sommozzatori di supporto per gli speleosub impegnati nell'esplorazione), che si temeva potessero togliere quei presupposti di serenità, sicurezza ed efficienza necessari ad esplorazioni di tale portata. E' qui però doveroso ricordare che nessun dispositivo di appoggio o sicurezza avrebbe potuto evitare la tragedia, così come questa è avvenuta.

La mancanza di un generale consenso non è però andata oltre il semplice consiglio, trattandosi comunque di iniziative a carattere personale, e per di più di soggetti esperti e consapevoli. Le considerazioni fatte sono riportate solo per dovere di cronaca, perchè certamente nessuno aveva esattamente previsto che fra le insidie possibili potessero esservi quelle che — come risulterà dalle conclusioni — costituiscono la causa più attendibile della tragedia. Per di più le possibili difficoltà che portavano a sconsigliare la spedizione non hanno avuto alcun ruolo sulla sciagura stessa, nè diretto nè indiretto.

Il 5 agosto 1984 un gruppo di speleologi arrivò a Capo Palinuro con Federico, Gigi e Stefano come speleosommozzatori. L'attività svolta nei giorni tra il 10 ed il 15 fu intensa, impegnativa, quasi frenetica: furono esplorate complessivamente 6 grotte sifone, alcune delle quali piuttosto difficili per le condizioni di visibilità, nonché di abbondanza di esalazioni sulfuree nelle zone a pelo libero. Solo alla fine del periodo di permanenza in zona fu deciso di effettuare la drammatica spedizione a Cala Fetente.

Si riporta la cronistoria della tragica giornata, così come ricostruita dalla testimonianza diretta di Federico Savoia e di Umberto Sello.

Alle ore 10 del mattino del 15-8-1984, Federico, Gigi e Stefano, assieme ad Umberto Sello e ad altri componenti del CSIF si recano a Cala Fetente con due gommoni. Il programma è il seguente: Gigi e Stefano, che conoscono già il percorso, si addentreranno per primi nella galleria sommersa, lunga quasi 300 metri, onde

raggiungere per primi il salone finale, portando seco — nei sacchi — le attrezzature necessarie a proseguire l'esplorazione in secco. Seguirà Federico Savoia, svolgendo il cavo telefonico che consentirà il collegamento tra il cavernone finale e l'esterno, onde comunicare l'inizio e la fine delle varie operazioni — quali l'avvenuto passaggio del sifone, l'inizio delle esplorazioni in secco ecc. — ed eventuali comunicazioni per richiesta di aiuto, soccorso, ecc.

L'esplorazione in secco inizierà non appena i tre speleosub si saranno riuniti nel salone finale ed avranno stabilito il collegamento telefonico; per l'esplorazione subaerea è prevista una durata di 6 ore. Era inoltre previsto che un'eventuale prolungamento dell'esplorazione in secco sarebbe stata comunicata tempestivamente all'esterno.

I tre si equipaggiano regolarmente, viene effettuato un accurato controllo di tutta l'attrezzatura, del resto già collaudata nei giorni precedenti; la ricarica delle bombole è avvenuta sempre sotto sorveglianza diretta di uno dei tre, e non sono mai stati riscontrati segni di un difettoso od insufficiente filtraggio dell'aria.

Alcuni minuti prima dell'immersione, su proposta di Stefano, si decide di variare il programma come segue: sarà Federico a partire per primo svolgendo il cavo telefonico seguito poi da Gigi e Stefano che trasporteranno il materiale. Federico si immerge alle 10.24 e non ha alcuna difficoltà a seguire il percorso ben sagolato durante la precedente spedizione dell'aprile 1984 e facilitato dalla presenza di acqua limpida.

Dopo 14 minuti sbuca nel cavernone finale ed inizia l'attesa dei due compagni che lo seguono restando immerso con tutta l'attrezzatura in sede. I minuti trascorrono veloci ma di Stefano e Gigi nessuna traccia. Federico consulta l'orologio e si impone per le 11.00 precise di reimmergersi per cercare i compagni. Purtroppo i minuti trascorrono ed allo scadere del termine fissato Federico, calzata la maschera, percorre a ritroso il sifone sbucando nella galleria iniziale dove apprende da Sello che i due compagni non hanno più dato segno di presenza dopo di essersi immersi. Federico ritorna indietro, ripercorrendo tutto il percorso sino al cavernone finale, senza trovare traccia dei due: la costante verifica della pressione nelle bombole gli dice che ha aria a sufficienza e cerca quindi se esistano diramazioni, nicchie, campane ove possano trovarsi i due compagni. Non ne trova traccia, nemmeno nella diramazione quasi al termine del cunicolo principale verso il cavernone. Effettua quindi il secondo percorso di ritorno (il quarto complessivamente, per un totale di ben 1.200 metri di percorso subacqueo fra i 5 ed i 15 metri di profondità) mettendo particolare attenzione nell'esplorazione a vista di nicchie laterali, anse, anfrattuosità. In uscita, dopo il salone iniziale ove sosta in attesa Umberto Sello, esiste la prima diramazione, una galleria

pressocchè parallela ed all'inizio identica alla principale; dai rilievi speditivi già eseguiti non può esserne desunta la configurazione esatta, ma si può affermare che l'asse, all'inizio delle due gallerie è pressocchè parallelo: solo un sottile diaframma di roccia separa i due cunicoli. Va specificato che nel punto di biforcazione la larghezza del condotto supera i 20 metri.

Appena oltre il diaframma Federico scorge qualche decina di metri più oltre, sulla destra, la fioca luce di due torce bucare l'oscurità. Guidato dalle luci delle loro torce raggiunge Gigi e Stefano: essi giacciono esanimi all'inizio di un piccolo scivolo di fango, ove il cunicolo devia verso l'alto; entrambi sono privi di erogatore, con le maschere al loro posto ed ancora piene d'aria. Gigi è supino, e Stefano è quasi sdraiato sopra di lui in posizione prona, con la torcia accesa; non vi è traccia evidente di agitazione motoria incontrollata o violenta. Presso i due giacciono i sacchi dei materiali che dovevano essere portati oltre il lungo sifone, nel camerone finale.

Si sorvola sullo stato emotivo in cui deve essersi trovato il povero Federico; egli ha comunque la lucidità di liberare il fratello da ogni impedimento e di portarlo all'esterno, ove viene subito issato su di un gommone. Immediatamente compare evidente una copiosa emorragia dal naso e dalla bocca. Lacerata la muta e constatata l'assenza di battito cardiaco viene tentato il massaggio cardiaco e la respirazione bocca a bocca, con l'aiuto del dott. Miclavez, presente casualmente sul gommone. Pratiche inutili, in quanto Gigi è già morto.

Si sorvola su quanto accaduto nel successivo tragico pomeriggio, quali le difficoltà di collegamento con le Autorità locali (si era a Ferragosto!), le difficoltà di portare a riva sulla spiaggia più vicina Gigi, ed il recupero del corpo di Stefano, in quanto Federico non è obiettivamente in grado di procedere al ricupero anche della seconda salma. Questo sarà effettuato qualche ora più tardi (alle 14 circa) dal gestore tedesco di una scuola per sommozzatori nella vicina baia di Palinuro, Sig. A. Pufhal, che ovviamente lascia all'interno i sacchi e la macchina fotografica dei due.

A conclusione in loco della pesante odissea c'è la formalizzazione degli adempimenti d'ufficio, sempre pesanti ed ancor più penosi se chi vi è coinvolto è il fratello di una delle vittime, che deve subire molti ed identici interrogatori formali da parte di diversi esponenti delle Autorità.

Si sorvola anche sulla straziante attesa sulla spiaggia delle due salme, in pieno sole di agosto, in mezzo ad una folla di curiosi, prima che fosse possibile il trasporto in luogo adeguato. Solo perchè servirà nelle considerazioni successive facciamo notare la continua ed imponente emorragia dalle prime vie respiratorie: un vero e proprio rivolo

rosso che è continuato per ore, tingendo la battaglia. Il fatto ha stupefatto anche chi aveva già avuto purtroppo esperienza di simili incidenti.

Non fa parte degli aspetti operativi della cronaca che qui si presenta, descrivere il complesso e quanto straziante iter burocratico che, solo grazie al deciso e positivo intervento delle Autorità Udinesi, ha consentito un rapido trasporto delle salme fino alla città natale.

Le apparecchiature sono state poste sotto sequestro conservativo dall'Autorità Giudiziaria solo ad Udine, per l'espletamento delle necessarie perizie.

Se si esclude un esame a vista, effettuato — forse con troppa superficialità — dal medico locale a Marina di Camerota, nessun'altra perizia è stata compiuta sulle salme.

Sia consentito agli autori di dissentire completamente da tale procedura, che se umanamente giustificata e forse auspicata dai familiari, non è ammissibile per le Autorità costituite; non effettuando la dovuta perizia necroscopica esse si sono assunte la grave responsabilità di non fornire un contributo essenziale scientificamente insostituibile, alla conoscenza delle cause della sciagura.

4. Rassegna di ipotesi sulla sciagura

Nel contesto emotivo dei primi giorni susseguenti alla sciagura, comincia a nascere una frenetica ridda di ipotesi, alcune delle quali evidentemente prive a priori di fondamento; per dovere di cronaca esse vengono riportate, così come sono nate, anche per evidenziare come sia facile incorrere — nell'ipotizzare sulle cause di una sciagura — in sviste ed errori fuorvianti, che solo una disamina fredda e molto accurata può evitare.

4.1. - Prima classe di ipotesi: incidente tecnico causato dalle apparecchiature

La gamma di incidenti che nella pratica della speleologia subacquea possono dar luogo ad un esito letale è abbastanza limitata:

- esaurimento dell'aria;
- blocco dell'erogatore;
- presenza di aria tossica nelle bombole.

L'esaurimento dell'aria va escluso perchè — come accertato nella successiva perizia tecnica — i due bibombola da 20 litri sono risultati carichi uno a 183 e l'altro a

187 atmosfere, e quindi praticamente ancora carichi.

Il blocco dell'erogatore — non accertato nella succitata perizia — non spiega la simultaneità dell'incidente; la presenza di un secondo erogatore efficiente per ciascuno dei due — unitamente alla loro perizia ed alla calma assoluta sempre dimostrata in tutte le situazioni — rende tale ipotesi assolutamente inattendibile; per di più lo esclude la posizione tranquilla dei due corpi e la mancanza di tracce sul fondo di violente attività motorie.

Esami successivi a parte, la tossicità dell'aria è comunque da escludere a priori sia per la simultaneità dell'incidente sia perchè Federico ha respirato ben più a lungo e senza problemi la stessa aria, erogata con lo stesso compressore.

4.2. - Seconda classe di ipotesi: evento esterno di tipo qualunque avente azione simultanea su ambedue, o scatenante la reazione emotiva incontrollata di uno o di ambedue

Quanto più misteriosa è una circostanza, tanto maggiore e giustificato è evidentemente il ricorso alla fantasia, per trovare una soluzione. In questa classe di incidenti sono state avanzate le ipotesi più strane; si è parlato di scarica ad alta tensione presente nell'ambiente determinata o da un mancato isolamento del survoltore del flash fotografico usato dai due, o da qualche pratica clandestina per la pesca di frodo svolta nelle vicinanze. L'una e l'altra ipotesi sono prive di sostegno oggettivo: il condensatore finale del flash non ha la capacità sufficiente da poter erogare una scarica in grado di avere effetto fulminante su di uomo immerso in un elettrolita conduttore come l'acqua marina, e tanto meno su di un suo vicino; inoltre — come è noto — basta un limitato isolamento per far decadere rapidamente la carica di un condensatore. La seconda ipotesi è egualmente insostenibile per motivi analogi: infatti qualunque sia il generatore utilizzato nella pesca di frodo, il suo effetto con una scarica da stordire i pesci è del tutto locale e limitato a non molti metri. Scariche di potenza tale da causare l'incidente avrebbero dovuto essere ben avvertite anche dai numerosi bagnanti presenti nella zona — che avrebbero evidenziato subito la cosa — e dallo stesso Federico, comunque non lontano dal luogo dell'incidente.

E' stato opportuno fare qualche accertamento su di una ipotesi particolare, scaturita da una osservazione di Federico, che durante i primi percorsi aveva notato nelle vicinanze dell'ingresso del sifone degli strani pesci anguilliformi, lunghi anche 60-70 centimetri, di colore piuttosto chiaro (anguille?). Tale descrizione si adatta abbastanza bene a quella di alcuni pesci tropicali — quali i gimnoti — in grado di fornire

- *ciò significa in pratica che le due vittime dovevano aver respirato in una campana d'aria "morta" nel cunicolo nel quale sono stati trovati;*
- *una spedizione mirata condotta da Antonio Stefanon e da Federico Savoia, portava puntualmente ad individuare detta campana d'aria (la cui supposta esistenza, si sottolinea, era stata dedotta a tavolino, in contrasto con l'esperienza di tutti i partecipanti alla precedente spedizione, autori compresi, che si erano addentrati fino in fondo nel cunicolo fatale senza aver notato tratti d'acqua a pelo libero);
nella stessa circostanza si procedeva al campionamento dell'aria e dell'acqua per i debiti esami;*
- *le analisi (tuttora in corso) hanno comunque indicato nella composizione dell'aria un tasso di ossigeno assai basso, comunque al di sotto della soglia minima necessaria per la permanenza in vita.*

Il decesso di Luigi e Stefano è dovuto, con buona probabilità, all'aver compiuto uno o più atti respiratori nella nicchia chiusa piena di miscuglio atmosferico ostile.

La trattazione circostanziata di tutto l'argomento sarà quindi sviluppata nella seconda parte del lavoro.

SOCI DEL CIRCOLO SPELEOLOGICO E IDROLOGICO FRIULANO

Soci ordinari

Alessandra ASQUINI
Antonio BALDINI RUALIS
Enrico BARBINA
Valerio BARBINA
Roberto BARDELLI
Gianfranco CANDOTTI
Piercarlo CARACCI
Bernardo CHIAPPA
Roberto CIRIANI
Aldo CUCCHIARO
Gianni DEL FABBRO
Dario ERSETTI
Paolo FABBRO
Pietro FENU
Giovanni FERRON
Paolo GIOVAGNOLI
Bostjan KIAUTA
Mario LEONCINI
Donatella LOCATELLI
Giovanni LUCA
Luciano Saverio MEDEOT
Glaugo MESAGLIO
Andrea MISSIO
Andrea MOCCHIUTTI
Gino MONAI
Andrea MRAK
Giuseppe MUSCIO
Carlo NICOLETTIS
Mattia OCCHIALINI
Alberto PALUMBO
Bruno PANI
Massimo PARAVANO
Elisabetta PECCOL
Gianni PERATONER
Gabriele PERESSI
Walter PITT

Maurizio PONTON
Federico SAVOIA
Antonio SCARANO
Umberto SELLO
Tiziana SERTORE
Pietro SOMEDA DE MARCO
Giovanni STEFANINI
Paolo SUDARO
Maura TAVANO
Claudio TESSITORI
Carlo TONAZZI
Mario TRIPPARI
Stefano TURCO
Franco VAIA
Enzo VALENTE
Mauro VECIL
Luigi VENIER
Silvia ZARI
Istituto di Geografia - Univ. Udine

Soci Onorari

Eugenio DE BELLARD PIETRI - Caracas
Ardito DESIO - Milano

Soci Benemeriti

Ivo CARDINALI
Mario GHERBAZ
Pino GUIDI
Dario MARINI
Paolo PAIERO
Piero PIUSSI
BANCA POPOLARE UDINESE

PRESIDENZA E CONSIGLIO DIRETTIVO DEL C.S.I.F. PER IL 1985

presidente onorario: prof. dr. Piercarlo Caracci

presidente: Bernardo Chiappa

vice presidente: dr. Giuseppe Muscio

segretario: Tiziana Sertore

consiglieri: Umberto Sello, Stefano Turco, Federico Savoia

provinciari: dr. Ivo Cardinali, acc. C.A.I. cav. Cirillo Floreanini, gen. Nillo Martinello

sindaci: dr. Cesare Feruglio Dal Dan, avv. Paolo Massa, Gianni Luca

INDICE

B. Chiappa - Relazione morale per l'anno 1984	pag.	5
G. Muscio - Il fenomeno carsico dell'area Camerota-Palinuro	pag.	13
P. Forti - Le mineralizzazioni della Grotta di Cala Fetente	pag.	43
P. Giovagnoli & M. Ponton - L'area e la Grotta di San Giovanni d'Antro: primi dati interpretativi	pag.	51
R. Gubiani & F. Vaia - La circolazione idrica sotterranea attorno al Lago Minisini	pag.	63
S. Turco - Dati preliminari sul fenomeno carsico del Col Lopic	pag.	75
F. Savoia & Stefanini - L'abisso «Stefano Modonutti - Luigi Savoia» (Fr. 2380) sul Col Lopic	pag.	83
G. Stefanini - Contributo alla conoscenza del fenomeno carsico nella Repubblica Dominicana	pag.	89
B. Pani & A. Stefanon - Capo Palinuro 1984: l'incidente, le ipotesi, gli accertamenti, le conclusioni. Parte prima	pag.	99

