

CLUB ALPINO ITALIANO - CUNEO



**MONTAGNE
NOSTRE**



Il fenomeno carsico nel Cuneese

GUIDO PEANO

La natura geologica di gran parte dei rilievi del Cuneese ha dato luogo, in diverse zone, ad un grandioso sviluppo del fenomeno carsico superficiale ed ipogeo.

Le manifestazioni di tale fenomeno raggiungono in alcuni settori eccezionale intensità ed estensione e pongono la Provincia Grande fra le aree di primario interesse speleologico internazionale.

Contrariamente a quanto avvenuto in altre regioni l'ingente patrimonio carsico del cuneese è stato evidenziato soltanto negli ultimi decenni ed è tuttora solo parzialmente noto. Il suo studio è condotto con impegno da diverse organizzazioni speleologiche italiane e straniere¹. Così, mentre l'esplorazione ha raggiunto nel sottosuolo profondità e lunghezze sempre maggiori, da alcuni lustri hanno avuto forte impulso le ricerche fisiche e biologiche, con risultati di grande interesse talora anche sul piano dell'utilizzazione pratica delle acquisizioni conseguite.

Le aree carsiche sono distribuite lungo l'intera cerchia delle Alpi cuneesi, dalla Valle Po alla Valle Tanaro, ma i fenomeni più imponenti sono riscontrabili nelle Alpi Liguri e nel Monregalese.

LA VALLE PO

A partire dai confini settentrionali della provincia una prima area carsica di modesta estensione è ubicata in Valle Po, alle falde del Monviso: una fascia di calcari triassici, intimamente associati ai calceosclisti, costituenti banchi di non grande potenza, che si estende a monte dei centri di Crissolo e di Oncino.

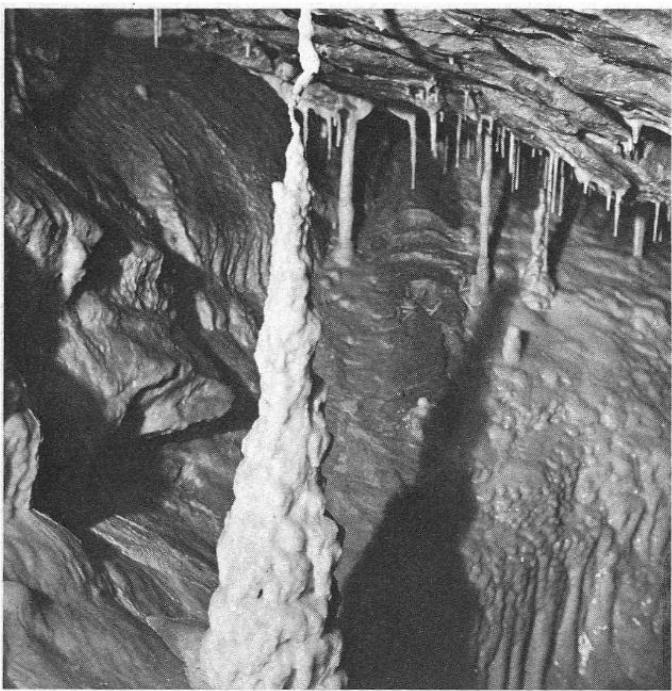
In queste formazioni, tra fenomeni ipogei di minor entità², si apre la Grotta di Rio Martino. La cavità con quasi 3 chilometri di sviluppo e 160 metri di dislivello, è fra le più lunghe ed importanti del cuneese.

La Grotta di Rio Martino ha il suo ingresso a 1.530 metri di quota, in prossimità della frazione Serre di Crissolo. È essenzialmente costituita da due rami ad andamento sub-orizzontale, scavati su piani diversi e collegati da un'enorme voragine di circa 50 metri di altezza (Sala del Pissai). In questa precipita, con grandiosa doppia cascata, il torrente che percorre la cavità. Un lago occupa il fondo dell'abisso in cui l'oscurità, il fragore assordante e il vento prodotto dalla caduta dell'acqua creano un effetto altamente suggestivo.

1. In particolare hanno operato negli ultimi anni, in Provincia di Cuneo: il Gruppo Speleologico Piemontese del C.A.I.-U.G.E.T. di Torino, il Gruppo Speleologico Alpi Marittime del C.A.I. di Cuneo, il Gruppo Speleologico « F. Costa » del C.A.I. di Saluzzo, il Gruppo Speleologico Valle Tanaro del C.A.I. di Asti, il Gruppo Speleologico del C.A.I. di Genova Bolzaneto, il Gruppo Speleologico del C.A.I. di Imperia, il Club Martel di

Nizza, il Club Méditerranéen de Spéléologie, lo Spéléo Club de Paris, la Sezione Speleologica dell'A.S.B.T.P. di Nizza ed il cecoslovacco Slovenská speleologická spoločnosť di Zvolen. Meno recentemente gruppi speleologici di Trieste, Bologna, Faenza, Milano ed altre organizzazioni straniere.

2. Meritevole di menzione fra questi è il Buco di Valenza, con sviluppo sub-verticale e circa 70 metri di profondità.



1 - Grotta di Rio Martino: concrezioni del ramo superiore³.

I due rami principali sono lunghi complessivamente circa un chilometro. Il più alto, caratterizzato da bellissime concrezioni calciche, termina con un sifone da cui scaturiscono le acque del torrente. Numerose diramazioni secondarie si sviluppano poi a vari livelli, lateralmente alla Sala del Pissai e in prossimità del sifone terminale, per uno sviluppo complessivo di circa 700 metri.

Tali diramazioni in parte fossilizzate e in parte tuttora percorse dalle acque (rivi o rivoletti confluenti nel torrente principale) si articolano in gallerie ad andamento assai vario e in vaste sale.

Ramificazioni laterali sono pure presenti nella parte inferiore della grotta. Un importante ramo fossile ad andamento ascendente vi è stato ultimamente scoperto dagli speleologi del G.S.P. Tale ramo costituisce il percorso di un antico affluente unentesi al torrente principale nel tratto inferiore della cavità. Il suo sviluppo è valutato attualmente intorno agli 800 metri, ma l'esplorazione è tuttora in corso.

La prima parte della grotta è di facile accesso; quella superiore presenta invece notevoli difficoltà di raggiungimento e di percorrenza. Perciò, mentre il tratto inferiore è stato assai danneggiato dai visitatori susseguitisi nel corso dei secoli, la zona più elevata è tuttora quasi intatta e conserva praticamente inalterate le sue splendide concrezioni ed i suoi pittoreschi scenari.

La portata del Rio Martino non presenta forti escursioni stagionali ed ha un valore medio intorno ai 100 l/sec. Il collettore è alimentato dalle infiltrazioni di acque superficiali che si verificano in una vasta regione morenica estesa a nord-est del Viso Mozzo. L'area è grosso modo delimitata a nord dal Po, ad ovest dal Monte Grané, a sud dalla punta Gardetta, ad est dalle Meire Balmasse (cfr. Carta d'Italia 1:25.000, Foglio 67 III sud-est Mon Viso). È attraversata per tutta la lunghezza dalla Comba delle Contesse, torrente perenne che confluisce nel Po a valle di Crissolo. Pur dando luogo anche a scorimenti esterni, le acque si infiltrano in gran quantità nel permeabile terreno di superficie, riaffiorando solo in parte al limite inferiore della morena. La parte restante è assorbita dai banchi calcarei sottostanti, in cui ha scavato diverse canalizzazioni. Lo spessore della morena (100-200 m) spiega la relativa stabilità della portata del Rio Martino: le acque di cui questa si imbibisce nei periodi di pioggia e di fondita delle nevi vengono infatti cedute un po' per volta al collettore sotterraneo, che è così alimentato con una certa regolarità nell'intero arco dell'anno.

LO SPARTIACQUE VARAITA-MAIRA

Manifestazioni carsiche si presentano alla testata del bacino del Varaita (nelle Valli di Chianale e di Bellino) e sul versante sinistro della Val Maira. Si tratta di formazioni, in prevalenza di calcescisti e di calcari cristallini mesozoici, in cui è riscontrabile una notevole circolazione idrica ipogea.

3. Le fotografie del presente lavoro provengono dall'archivio del Gruppo Speleologico Alpi Marittime.

Nel bacino del Varaita si aprono alcune grotte di modesto sviluppo, fra cui il Buco delle Ciuiae nel Comune di Casteldelfino (65 m di lunghezza per 26 di profondità) ed il Buco di Combol Bianco nel Comune di Bellino (m 15 di sviluppo per 8 di dislivello). Sul versante Maira sono conosciute alcune grotte, nei Comuni di Prazzo e di Stroppo: fra queste il Buco di Testa dell'Asino (Prazzo, Fraz. Campiglione) di 40 o più metri di profondità, probabilmente non del tutto esplorato, e la Barma del Diavolo (Stroppo, Fraz. Cucchiales) di 31 metri di sviluppo ed 11 di dislivello.

Fenomeni ipogei di una certa consistenza si riscontrano poi presso lo sbocco della Val Varaita nella pianura: modeste formazioni di calcarei marmorei e scistosi sono infatti localizzate nella valletta di Rossana e nel rilievo collinoso che la delimita verso il piano. Vi si aprono fra l'altro il Pozzo dei Partigiani e la Grotta delle Fornaci, di 220 metri di lunghezza, che si sviluppa lungo il corso di un torrente ipogeo.

Le due cavità rivestono grande importanza sotto l'aspetto biologico, come uniche stazioni di endemismo, attualmente note, di due rarissimi coleotteri troglobi, altamente specializzati: *Parabatyscia dematteisi* e *Doderotrecous casalei*. Le grotte in oggetto sono purtroppo prossime alla distruzione per l'inesorabile avanzata di una contigua cava di calce: in relazione a ciò vive preoccupazioni sono nutriti negli ambienti biospeleologici piemontesi per la futura reperibilità delle due preziose specie, di cui è attualmente in corso il tentativo di ambientamento in un nuovo biotopo stabile.

un'esauriente trattazione del complesso di fenomeni che caratterizzano la regione, ne verranno esposti sinteticamente solo gli aspetti più importanti.

La testata della Val Maira confina ad ovest con il territorio francese. Lo spartiacque è segnato dai Colli del Maurin e di Gippiera, dal Monte Chambeyron (m 3.389), dal Monte Soutron (m 3.166), ecc. La displuviale fra i bacini del Maira e dello Stura, punteggiata fra l'altro dalle Cime Oronaye (m 3.100), Oserot (m 2.781) e Bodoira (m 2.747), è dapprima assai spostata verso il corso dello Stura. Da questa parte degradano così ripidi valloni, cui fanno riscontro sul versante Maira valli trasversali di notevole sviluppo longitudinale, presentanti pendenza meno accentuata (Valli di Unerzio, del Preit, di Marmora). Nella zona più vicina alla pianura, a partire dal Colle del Vallonetto (m 2.447), la displuviale si biforca in due diramazioni subparallele fra cui si incunea il solco secondario della Val Grana (cfr. Carta d'Italia 1:100.000, Fogli 78, 79, 90).

La situazione geologica dell'area è molto complessa: dallo Stura al Maira si susseguono diverse formazioni, costituenti specie di fasce assai discontinue allungate in direzione nord-ovest sud-est e perciò interessanti, nella maggior parte dei casi, ambedue i versanti vallivi; fra esse sono elencate qui appresso le più significative (cfr. Carta Geologica d'Italia 1:100.000, Fogli 78-79 Dronero-Argentera).

Una prima fascia di terreni mesozoici, rappresentati in prevalenza da calcari del Giurese (Lias) e del Cretaceo, si estende approssimativamente dal Colle della Maddalena fino a Demonte. Più a nord-est seguono le dolomie triassiche della Zona Brianzese che costituiscono la parte dominante dello spartiacque dal Monte Chambeyron alla Valle dell'Arma; in essa sono comprese le cime più alte della regione: Chambeyron, Oronaye, Rocce Brancia, Rocca La Meia, Testa Gardon, ecc. Questa fascia triassica è interessata da estesissime faglie, con forti dislocazioni, aventi direttrice nord-ovest sud-est; la formazione include vaste aree di rocce calcaree (dorsale Colle del Mulo-Colle

LO SPARTIACQUE STURA-MAIRA

Un carsismo assai sviluppato si presenta in una vasta area costituita dalla testata del bacino del Maira e dalla regione montuosa interposta fra i torrenti Maira e Stura. Le sue manifestazioni superficiali assumono spesso proporzioni imponenti.

Non essendo possibile, in questa sede,

Viridio, alta Valle dell'Arma, ecc.) e diversi affioramenti di rocce gessose, emergenti in corrispondenza delle maggiori linee di dislocazione (Colle di Valcavera, Colle orientale del Mulo, Vallone dei Morti, alto Vallone di Bandia, alta Valle del Preit, Passo Gardetta, ecc.). Una zona di terreni permo-carboniferi (Zona Permocarbonifera Assiale) fiancheggia a nord le formazioni triassiche. Ancora più a settentrione la Zona dei Calcescisti, con estesi banchi di calcari cristallini, si estende dal Maira (nel tratto compreso fra Prazzo e Stroppo) al versante sinistro dello Stura (fra Moiola e lo sbocco nella pianura). Ad essa appartiene la fascia di dolomie del Trias superiore (includenti talvolta calcescisti e calcari cristallini), alternate a dolomie e calcari del Trias medio, che interessa il basso e medio bacino del Maira e la Val Grana. Le aree più elevate sono caratterizzate dalla presenza di estese coperture moreniche.

Nelle formazioni di rocce carsificabili (i calcari, i gessi ed in misura più modesta le dolomie) si hanno intense manifestazioni di carsismo epigeo ed una circolazione sotterranea di notevole entità.

I fenomeni superficiali

Sul versante Stura i più importanti fenomeni sono localizzati nell'alta Valle dell'Arma, nelle zone del Colle del Mulo e del Colle di Valcavera, nell'alto Vallone di Bandia, nel Vallone di Oserot ed attorno alla Cima omonima, presso il Colle della Scaletta e nella zona dei Laghi di Roburent. Sul versante Maira i fenomeni più importanti sono localizzati negli alti bacini di origine della Valle del Preit (Valletta di Margherina, Pianori del Bric Bernoir, Regione Pianezza) e della Valle di Unerzio (Valloni di Ciorliera, dell'Escalon e di Enchiausa), nei Valloni di Visaisa e di Pausa e nella Valle Maurin (Valloni di Stroppia e del Maurin).

La morfologia carsica è caratterizzata da vasti bacini chiusi che smaltiscono le acque pluviali e nivali per vie sotterranee. Tali bacini sono del tutto privi di idrologia superficiale e presentano solchi idrici brevi e

discontinui, attivi solo al disgelo o durante le forti precipitazioni. Generalmente situati oltre i 2.000 metri di quota, sono sovrastati da alti rilievi e sospesi sulle valli trasversali o direttamente sulle vallate dello Stura e del Maira. Si tratta di altipiani assorbenti, talora disposti in serie digradanti o di estesi valloni ciechi, chiusi inferiormente da soglie rialzate e sorretti da scarpate rocciose. Fra i primi meritano particolare menzione i pianori dei Laghi di Roburent, i vasti ripiani situati a nord-ovest del Monte Oserot (versante Stura), la Regione Pianezza ed i pianori del Bric Bernoir; fra i secondi i Valloni di Bandia, di Oserot, di Visaisa, di Pausa, di Stroppia e i citati valloni del Bacino di Unerzio.

Questi bacini sono caratterizzati da intense manifestazioni carsiche: grandiose conche chiuse (fino a 700 metri di diametro) idrologicamente inattive, separate da gradini rocciosi e bassi colli o talvolta contigue ed intercomunicanti, spesso riunite in complessi imponenti; frequentissime doline di ogni dimensione (da 2-3 fino a 200 m di diametro) scavate nel terreno morenico o talvolta nella roccia viva; inghiottiti temporanei; serie di solcature parallele e profondi calanchi rocciosi. Tale morfologia carsica è solitamente affiancata a quella glaciale, con cui talora si fonde con concomitanza di effetti.

L'assorbimento delle acque meteoriche presenta in queste aree caratteristiche miste, essendo in parte concentrato in importanti punti idrovori (inghiottiti, doline, ecc.) ed in parte disperso, su vaste superfici, attraverso le molteplici fessurazioni della roccia calcarea e le permeabilità del terreno morenico che la ricopre.

La circolazione ipogea

Le depressioni sono talvolta occupate da laghi carsici perenni o temporanei, alimentati dalle acque nivali dei rilievi circostanti, privi di emissario e nei quali lo smaltimento delle acque ha luogo per via sotterranea, tramite fessurazioni o permeabilità del fondo. Tali laghi giacciono in conche dovute talora ad azione carsica e talaltra

ad azione mista carsico-glaciale; sono spesso associati in gruppi di due o di tre e distribuiti a vari livelli, su ripiani sovrapposti. Sul versante Stura vanno segnalati i due Laghi Oserot (quote m 2.270-2.320) e i tre Laghi di Roburent che occupano profonde conche calcareo-dolomitiche (quote m 2.330-2.360-2.426).

Sul versante Maira presentano grande interesse i laghi del Vallone di Visaisa; i Laghi delle Munie (m 2.298-2.446) nella zona di contatto fra i calcari del Lias e quelli del Cretaceo; il Lago Apsoi (m 2.303) occupante il fondo dell'omonimo Vallone; il sottostante Lago Visaisa (m 1.916) giacente in una conca carsico-glaciale scavata nella roccia dolomitica, che riceve per via sotterranea le loro acque. Quest'ultimo è a sua volta privo di emissari superficiali ed invia le proprie acque di deflusso, per canalizzazioni ipogee, alle sottostanti copiose sorgenti del Maira (quota m 1.645).

Sullo stesso versante va ancora segnalato, nell'alto Vallone di Stroppia, il Lago del Vallonasso, sottostante il Monte Chambeyron, che occupa una dolina calcareo-dolomitica di fondo di circo.

Le acque assorbite nei bacini carsici vengono a giorno nelle valli sottostanti, alla base delle scarpate che li sostengono, dando luogo a numerose sorgenti temporanee e perenni.

Sul versante Stura hanno particolare interesse le Fonti di San Giovanni (quota m 2.117 e 2.051), alimentate dal vasto altopiano sottostante la cresta spartiacque decorrente fra il gruppo settentrionale dell'Oserot e la Cima il Bric, e le Sorgenti di Roburent (m 2.178 e 2.207) sgorganti sotto i Laghi omonimi e alimentate dalle perdite dei medesimi.

Sul versante del Maira, oltre alle citate Sorgenti omonime, sono meritevoli di menzione: le ricche Sorgenti di Grangia Callandra (m 2.000 c.a.) sottostanti il Vallone dell'Escalon (Bacino di Unerzio); le Sorgenti di Pausa (m 1.896), ai piedi della scarpata che sorregge il Vallone omonimo; le sorgenti che sgorgano sotto il Vallone di Stroppia, a nord delle cascate omonime (m 2.050).

Le grotte

In contrasto con i succitati fenomeni non è nota nella zona l'esistenza di grotte di qualche sviluppo: le poche cavità conosciute sono in maggioranza del tipo parietale (Aisone, Argentera, San Damiano Maira, Acceglio) o talvolta a breve sviluppo verticale, quasi subito ostruite da detriti: Pozzo del Lago delle Munie, Pozzo di Monte Pertusa (Vallone del Maurin), Pozzo-Fessura di Greguri (Acceglio - Fraz. Chiappera), fra i 6 ed i 21 metri di profondità.

La carenza di cavità, in connessione con la permanenza delle estese coperture moreniche, è spiegata da alcuni studiosi con l'occlusione, ad opera dei depositi glaciali, delle grotte un tempo appartenute nelle conche e nelle doline.

Le cavità, formatesi in epoche con condizioni climatiche probabilmente diverse dalle odierni, sarebbero state completamente riempite nel corso dell'ultima glaciazione; a ciò avrebbe fatto seguito, nel periodo attuale, una nuova ripresa del carsismo, presentemente in fase di ringiovanimento poco avanzata, che non avrebbe ancora condotto alla disostruzione delle grotte.

Tale interpretazione trova fondamento nella relativa modestia delle attuali precipitazioni nella zona (circa 1.000 mm sul versante Maira), assai inferiori a quelle di altre aree di alta quota (Alpi Liguri), in cui si sono avuti l'asportazione della coltre morenica e lo svuotamento almeno parziale delle cavità.

Secondo altri si sarebbe invece di fronte, almeno sul versante Maira, ad un carsismo di tipo giovanile, e cioè post-glaciale, che non avrebbe ancora dato luogo a grosse canalizzazioni sotterranee. La circolazione ipogea, ancorché complessivamente rilevante, avverrebbe cioè entro molteplici ristretti condotti, non avendone ancora scavati di maggiori con formazione di cavità accessibili; a ciò potrebbe tuttavia fare eccezione la zona a monte delle sorgenti del Maira, la cui massiccia portata sembrerebbe indicare la presenza di collettori di notevole ampiezza e quindi di un carsismo ipogeo in fase più avanzata.

Nell'area in esame la ricerca delle grotte non è stata finora molto approfondita, essendosi i gruppi speleologici interessati solo sporadicamente ai fenomeni carsici della zona. Ricognizioni sistematiche e particolareggiate potrebbero probabilmente portare nuovi elementi di giudizio e condurre forse al ritrovamento di qualche cavità in fase carsica più avanzata.

Un'eccezione alla situazione suddetta è costituita da una circoscritta zona a carattere prealpino, localizzata allo sbocco della Val Grana; l'area si stende dal fianco meridionale della vallata (Comune di Valgrana) ai contigui Valloni del Cugino e di Sant'Anna di Bernezzo. Calcescisti e calcari giuresi vi si alternano a dolomie del Trias medio e superiore. Non presenta fenomeni esterni di particolare rilievo mentre vi ha avuto un discreto sviluppo il carsismo ipogeo.

Nella zona si conoscono fra i 650 e gli 850 metri di quota, diverse grotte a sviluppo verticale. Fra queste meritano segnalazione il Pozzo del Porco (Vallone del Cugino) e i Pozzi della Mena e della Rulotte (Vallone di Sant'Anna), fra i 20 e i 27 metri di profondità. Di particolare importanza è l'Abisso di Benesi (a monte di Sant'Anna), di 108 metri di profondità: la cavità, probabilmente formatasi per fenomeni di erosione antigravitazionale, consta di una grandiosa voragine di una sessantina di metri di altezza e di altri pozzi minori. Meritevole di menzione è il suo ritrovamento: priva di comunicazione naturale con l'esterno, fu scoperta per caso nel corso di uno scavo, su indicazioni di un rabdomante che aveva erroneamente segnalato in quel punto la presenza di acqua. Attualmente il suo ingresso è ostruito da frana.

LO SPARTIACQUE GESSO-VERMENAGNA

Un'area montuosa con notevoli caratteristiche carsiche si estende fra la Valle Gesso e la Valle Vermenagna: è delimitata a nord dalla pianura alluvionale a valle di Roccavione, a nord-est e a sud-est dal Torrente

Vermenagna, a sud dalla Rocca dell'Abisso, e nord-ovest dal Torrente Gesso fino ad Entracque, a sud-ovest dal Torrente Bousset e dal Vallone del Sabbione (cfr. Foglio 90 - Demonte e Foglio 91 - Boves della Carta d'Italia 1:100.000).

Lo spartiacque è inciso dalle valli minori di Roaschia e Palanfré (Val Grande). La dorsale principale si sviluppa in direzione nord-sud: le sue cime più importanti sono costituite, dalla Rocca di Vanciarampi, dai Monti Servatun, Bussaia (m 2.451), Pianard, Gerbella, Colombo e Frisson (m 2.637). Imponenti bastioni di roccia strapiombano in più ordini sui versanti Gesso e Bousset. Le formazioni rocciose hanno direzione generale nord-ovest sud-est e presentano un'accentuata pendenza verso nord-est.

I calcari giuresi della Zona Subbrianzonese costituiscono l'ossatura centrale dello spartiacque, formando fra l'altro le Cime Bussaia, Pianard e Colombo. Questi terreni sono intervallati da ristretti lembi di calcari marnosi o fogliettati del Cretaceo (localizzati nelle zone più alte della dorsale) e da più estesi lembi di rocce eogeniche (arenoscisti; scisti argillosi, calcari nummulitici); sono inoltre fiancheggiati a nord-est da potenti banchi di quarziti e conglomerati quarzosi del Permiano-Trias inferiore e da calcari del Trias medio, in cui è scavato l'alveo del Vermenagna nel tratto fra Limone e San Giacomo di Vernante (Zona Brianzonese).

Le predette formazioni sono avvolte a nord-ovest ed a nord-est da terreni più antichi: scisti permiani e porfiroidi della Zona Permocarbonifera Assiale presentanti pendenza verso sud-ovest (cfr. Fogli 90 e 91 della Carta geologica d'Italia 1:100.000).

La circolazione sotterranea è di entità imponente. Numerose risorgive, spesso molto copiose, sgorgano alle falde dei massicci e testimoniano l'esistenza di grandi collettori carsici interni convoglianti a valle le acque assorbite nelle aree più elevate. Fra le più importanti, sul versante Gesso, le Sorgenti di Cialombard (Tetti omonimi), la Sorgente Rubina del Bandito (Tetti omonimi, portata 800-900 l/sec.), la Sorgente Balma del Bandito (portata massima oltre 900 l/sec.),

tutte nei pressi di Andonno, e la Sorgente Dragonera (portata massima circa 900 l/sec.) in vicinanza di Roaschia; sul versante Vermenagna la Sorgente Renette (Val Grande) e le Sorgenti di San Maccario (portata massima complessiva circa 3.000 l/sec.).

Le grotte

Sotto l'aspetto speleologico l'area è abbastanza conosciuta nei settori di fondovalle, mentre le zone più elevate, di accesso relativamente scomodo, non sono state finora oggetto di esame molto accurato. Nel complesso sono note diverse cavità di non grande sviluppo, solitamente apprezzate nella zona di affioramento dei collettori: sul versante Gesso le Grotte dell'Infernello (Valle omonima) presso Valdieri, quelle del Bandito (Grotta della Sorgente, sviluppo m 115 - Grotta orientale, sviluppo m 217 - Grotta occidentale, sviluppo m 110), la Grotta dei Tetti Rey (Roaschia) e quella della Sorgente Dragonera; sul versante Bousset alcune brevi cavità non ancora rilevate; sul versante Vermenagna le grotticelle di Palanfré. Nella Grotta orientale del Bandito sono stati rinvenuti abbondanti resti fossili di Ursus Spelaeus, grande carnivoro pleistocenico che ha abitato diverse cavità del Cuneese intorno ai 30.000 anni fa.

Fra le citate grotte, alcune costituiscono tuttora i terminali di grandi collettori interni (Dragonera, Sorgente del Bandito) mentre altre rappresentano antiche vie di deflusso idrico (gallerie fossili), ormai abbandonate dalle acque ipogee per scorimenti a più bassi livelli. Nessuna di esse, come visto, consente di addentrarsi in profondità nei rilievi calcarei e i settori più interni dei collettori rimangono perciò inaccessibili.

La circolazione ipogea

La situazione predetta potrebbe ascriversi, in diversi casi, alla frequente presenza di condizioni di carso profondo nelle zone di affioramento dei collettori (le rocce carsiche si estendono al di sotto del livello di scorrimento delle acque esterne, cioè del fondo valle). Tali condizioni si presentano infatti:

lungo il Torrente Gesso, nel tratto grosso modo compreso fra il Vallone dell'Infernello ed i Tetti Bandito, ove vengono a giorno acque subalveari per risalita dagli strati calcarei più profondi; lungo il Torrente Roaschia-Dragonera ove si hanno invece abbondanti perdite dell'alveo (l'acqua assorbita dalle permeabilità della roccia è inviata in profondità per riaffiorare poi nella Valle Gesso); lungo il Vermenagna, fra la confluenza con il Vallone Sottano (a valle di Limone) e San Giacomo di Robilante, ove hanno luogo cospicue infiltrazioni che riducono notevolmente la portata del corso d'acqua.

Una tale situazione difficilmente permette l'accesso ai sistemi ipogei, nella zona di affioramento; infatti i settori terminali dei collettori si sviluppano di regola sotto il livello delle acque di superficie e sono di conseguenza totalmente allagati.

Inoltre, a differenza di altri casi, le zone più interne dei collettori non appaiono qui raggiungibili attraverso gallerie fossili sviluppate a livelli più elevati, che, ove presenti, sono praticabili solo per brevi tratti.

Due conferme alla situazione predetta sembrano costituite dalle Grotte Dragonera ed occidentale del Bandito. La prima presenta, infatti, poco oltre l'ingresso, un profondo e ramificato sifone, oltre il quale è stato raggiunto (ma non esplorato) un nuovo ambiente subaereo, che potrebbe rappresentare l'inizio di un sistema-ipogeo di grande sviluppo. Solo la parte terminale del collettore, sottostante il livello delle acque superficiali, sarebbe quindi totalmente allagata, mentre i settori più a monte, parzialmente sgombri, potrebbero presentare buone possibilità di esplorazione. Il superamento del sifone è stato effettuato dai subacquei del G.S.P. nel 1968. Le difficoltà incontrate ed i fortissimi rischi presentatisi in tale occasione hanno però fino ad oggi scoraggiato ogni ripresa delle esplorazioni.

La Dragonera rimane a tutt'oggi l'unico possibile accesso a sistemi ipogei più interni, noto nell'area in esame, ed è auspicabile che l'opportunità da essa offerta possa, un giorno, essere utilizzata più a fondo.

La seconda cavità costituisce un antico scorrimento torrentizio (esutore permanente o sfioratore di piena) oggi completamente abbandonato dalle acque per più profonde vie di deflusso. La grotta è formata da un cunicolo iniziale, scavato dalle acque sotto pressione, che immette in una sala in cui convergono due gallerie a fondo ghiaioso, un tempo percorse dalle acque. Queste ultime divengono impraticabili dopo qualche decina di metri, per restringimenti e parziali occlusioni ad opera di materiali di sedimentazione. Probabilmente la cavità è tuttora collegata con l'attuale collettore attivo, ma non vi è alcuna possibilità di giungere ad esso per questa via.

Possibilità d'accesso ai collettori, per quanto attualmente noto, non esistono neppure nei settori più elevati della regione (zona d'assorbimento). Tali aree sembrano prive di grotte di qualche sviluppo e presentano, per lo più, assorbimento frazionato.

Quest'ultima situazione determina condizioni meno favorevoli per la formazione di cavità dotate di collegamenti praticabili con la superficie: in linea di massima, infatti, i mille rivoletti d'acqua filtranti attraverso le fessure della roccia si riuniranno solo ad una certa profondità in più ampie canalizzazioni, tali da permettere il passaggio dello uomo, anche se diverse eccezioni (formazione di pozzi per erosione inversa, di pozzi a neve, ecc.) possono presentarsi a questo proposito. L'area in oggetto è oggi del tutto trascurata dagli speleologi e dagli studiosi del fenomeno carsico. Tuttavia un organico studio idrologico e geo-tettonico ed una sistematica ricerca di eventuali cavità nelle zone di quota più elevata potrebbero forse portare a nuove acquisizioni e scoperte.

IL MONREGALESE

I fenomeni carsici del Monregalese interessano il settore meridionale della regione: un'area a carattere prealpino delimitata ad ovest dal Torrente Pesio, a nord dalla pianura e dalle colline delle Langhe, ad est dal Tanaro, a sud dai rilievi più prettamente alpini delle Alpi Liguri.

La zona è pertanto costituita dai bassi e medi bacini dei corsi d'acqua subparalleli che, dal Pesio al Tanaro, discendono dalla catena Alpina in direzione nord (cfr. Carta d'Italia 1:100.000, Foglio 91 Boves).

La configurazione geologica della zona è assai varia: procedendo dal margine meridionale si rilevano dapprima potenti formazioni di rocce permiane rappresentate soprattutto da scisti sericitici e da porfiroidi; segue una larga fascia di terreni del Trias costituiti da banchi di quarziti bianche e verdastre, e da calcari dolomitici compatti e brecciati; ad essi si alternano vaste superfici di rocce calcescistose (calcescisti, calcomicasisti, scisti micacei); più a nord, in vicinanza della pianura, predominano invece i terreni miocenici con marne, arenarie e conglomerati (cfr. Carta geologica d'Italia 1:100.000 Foglio 91).

I calcari, pizzicati fra le rocce permiane (terreni di base) e quelle più recenti, costituiscono sinclinali fortemente rialzate o rovesciate da sud a nord. I banchi sono perciò assai inclinati o prossimi alla verticalità ed i giunti di stratificazione presentano forte pendenza.

Il fenomeno carsico nella regione

L'altimetria delle aree carsiche è compresa fra i 500 e i 1.100 metri. Le formazioni calcaree, alquanto estese, raggiungono in talune zone rilevante potenza.

La precipitazione media della zona (oltre 1.200 mm annui), notevolmente abbondante in rapporto all'altitudine, determina, con le condizioni tettoniche favorevoli, una intensa circolazione ipogea.

I banchi calcarei sono di solito rivestiti da una copertura eluviale non molto permeabile, su cui si sviluppa una rigogliosa vegetazione prativa e boschiva. Permettendo un tal genere di carso (carso coperto) scorimenti perenni o stagionali d'acque superficiali, l'assorbimento tende a concentrarsi in un certo numero di importanti punti idrovori, ove assume talvolta entità imponente. Morfologie e fenomeni tipici di questo carsismo sono in particolare i seguenti: grandi depressioni a forma circolare (conche) o a

sviluppo allungato (valli chiuse), ricche di vegetazione, presentanti uno o pochissimi punti d'assorbimento in massa (inghiottitoi, doline idrovore, ecc.); ripiani erbosi assorbenti, con pendenza non molto accentuata, privi di scorrimenti idrici superficiali o determinanti una progressiva scomparsa di quelli originatisi nelle zone impermeabili situate più a monte; settori di alvei torrentizi quasi perennemente aridi, per passaggio in profondità, repentino o graduale, delle acque tramite inghiottitoi o fessurazioni; alvei presentanti perdite più limitate con scomparsa delle acque soltanto parziale; riaffioramento di tali infiltrazioni nel medesimo solco d'impluvio (con scorrimento sotterraneo subalveare) o in bacini contigui (con formazione di trafori idrogeologici). Ai suddetti fenomeni epigei si accompagna, nel sottosuolo, lo sviluppo di grandi collettori che convogliano masse d'acqua assorbite da più punti idrovori su estese superfici. Le copiose risorgive, solitamente situate alla base delle formazioni calcaree, al contatto con le rocce impermeabili soggiacenti, presentano fortissime escursioni di portata, con massime spesso superiori di 15-20 volte alle minime. Le loro acque vengono utilizzate con notevole frequenza, soprattutto per l'approvigionamento idrico di centri abitati. Le grotte originatesi dai collettori hanno spesso forte sviluppo longitudinale e, dove è consentito dallo spessore degli strati calcarei, possono raggiungere notevole profondità. Nelle cavità del monregalese la temperatura relativamente elevata (8-10 °C), dovuta alla modesta altitudine, ha favorito un ricchissimo fenomeno di concrezionamento (maggiore deposizione del CaCO_3), non riscontrabile nelle grotte d'alta quota della zona alpina. L'abbondanza del concrezionamento, se da un lato ha dato luogo agli splendidi scenari che caratterizzano le cavità della regione, d'altro canto ha spesso causato, con l'erezione di veri e propri sbaramenti rocciosi, l'ostruzione di grotte un tempo aventi lunghezza assai maggiore dell'attuale.

Nei limiti dell'area considerata sono conosciute molte cavità di minor o maggior sviluppo, tuttavia i fenomeni ipogei più

importanti sono localizzati nei bacini dell'Ellero, del Maudagna e del Roburentello.

Il bacino dell'Ellero

Nel bacino dell'Ellero, in prossimità di Villanova, si apre sul versante nord-ovest del Monte Calvario la Grotta dei Dossi (quota m 626). La cavità ha uno sviluppo di circa 600 metri ed una profondità massima di 21; un tempo fra le più belle del Piemonte per la ricchezza e la varietà cromatica del concrezionamento, è stata gravemente danneggiata e depauperata da decenni di vandalismi e di asportazioni.

Sull'opposto versante del rilievo, a quota appena inferiore (m 620), si sviluppa la Grotta di Santa Lucia, di 75 metri di lunghezza. Tradizioni locali che parlano di una comunicazione esistente fra le due cavità non hanno trovato conferma nelle esplorazioni; tuttavia la recente scoperta, nella Grotta di Santa Lucia, di un proseguimento orientato in direzione dei Dossi ha indotto ad ipotizzare un remoto collegamento, successivamente occluso da fenomeni di riempimento e depositi concrezionali. Non del tutto azzardata appare perciò l'ipotesi di un antico torrente ipogeo, un tempo collegante queste due cavità e la Grotta inferiore dei Dossi (sul lato opposto del Vallone omonimo, quota m 600 circa). L'esistenza di questo rivo sarebbe indicata, oltre che da residui di solchi torrentizi, dal prevalente sviluppo a galleria e dalla genesi di queste cavità. Questa ultima sembra infatti riconducibile, almeno in parte, a corrosione ed allargamento di preesistenti diaclasi ad opera di acque in lento movimento. L'approfondimento gravitazionale del Vallone dei Dossi ed i succitati riempimenti avrebbero in seguito interrotto lo sviluppo del collettore, disgiungendo le diverse grotte, mentre le acque avrebbero trovato sfogo più in basso nelle attuali sorgenti di fondo valle.

Il bacino del Maudagna

Nel bacino in oggetto sono note diverse cavità: fra queste, in prossimità di Frabosa



2 - Grotta del Caudano: Sala delle Colonne.

Sottana, la Grotta del Caudano che, con quasi 3 chilometri di sviluppo, è la più lunga caverna del Monregalese e la seconda del Piemonte.

La Grotta del Caudano

La cavità si apre sul versante destro della Val Maudagna, a 780 metri di quota, circa mezzo chilometro a monte del concentrico (cfr. Carta d'Italia 1:25.000 dell'I.G.M. - Foglio 91 I nord-ovest Frabosa Soprana). Si sviluppa, con direttrice nord-ovest sud-est, in una stretta sinclinale di calcari marmorei del Trias medio, pizzicata fra quarziti e conglomerati quarzosi del Permiano-Trias inferiore. La cavità segue, nel complesso, l'andamento delle principali fratture della massa calcarea, parallele alla direzione della sinclinale.

La grotta è originata dall'azione di due torrenti ipogei confluenti che hanno allargato le preesistenti diaclasi. È costituita da un complesso di gallerie orizzontali, sviluppate su 4 piani sovrapposti. Il piano più basso è tuttora percorso dalle acque, mentre quelli superiori costituiscono antichi alvei, successivamente abbandonati con l'abbassamento del livello torrentizio. I diversi piani comunicano in qualche punto fra

loro, per crolli locali dei diaframmi divisorii. La galleria del torrente principale, lungo oltre un chilometro, può essere seguita quasi interamente, quella dell'affluente per meno di duecento metri. Le gallerie dei piani superiori sono interrotte ogni tanto da frane e riempimenti concrezionali, ma sono percorribili per diversi tratti sfruttando le predette comunicazioni fra i vari livelli. La cavità, caratterizzata da un'eccezionale ricchezza del concrezionamento, presenta splendidi ambienti e contende a Bossea il primato fra le più belle grotte piemontesi. Il ramo del torrente principale termina, perdendosi in frane e diaclasi, quasi al di sotto del Rio del Serro, a valle di una cava di marmo, in prossimità di Frabosa Soprana. Ci si trova cioè, rispetto all'ingresso della grotta, sull'opposto versante dello sperone spartiacque fra la Valle Maudagna ed il Vallone del Serro. La zona presenta calcari intensamente fessurati che facilitano il drenaggio delle acque superficiali.

La situazione topografica e le condizioni geologiche indicano una provenienza delle acque del torrente sotterraneo da perdite, alveari di quello esterno, confermata da una colorazione del G.S.P. del 1966. Il Caudano costituisce così una più breve via di confluenza delle acque del Serro nel Maudagna.

Nella grotta, presso il limite superiore della galleria del torrente principale, è stato ritrovato il corpo di un cinghiale caduto dall'esterno da non più di alcuni decenni. Ciò ha indicato l'esistenza, ancora in epoca recente, di una comunicazione praticabile con la superficie, in seguito ostruita da agenti naturali o dall'uomo (forse dai detriti della sovrastante cava di marmo). L'eventuale ritrovamento e la riapertura di questo accesso potrebbero risultare di notevole interesse anche sotto l'aspetto turistico.

La grotta ha attualmente due entrate accessibili tutto l'anno, in corrispondenza del secondo e del quarto livello ed una, praticabile solo in determinate condizioni, costituita dalla risorgenza del torrente. Le acque del Caudano, insieme con quelle di un canale esterno, sono raccolte in un bacino



3 - San Giacomo di Roburent: la Bassa di San Salvatore dalla soglia a valle. La depressione è costituita da due vaste conche associate; la Cappella di San Salvatore, visibile in alto verso il centro, segna il livello del margine superiore del bacino. Si scorgono in basso le due doline idrovore della conca inferiore, ove termina un torrentello. Le acque assorbite riaffiorano alla luce nella Sorgente di Roà di Volpe (Montaldo).

artificiale per azionare le turbine di una sottostante centrale elettrica.

Il Caudano è, al presente, una grotta semi-turistica: diversi decenni or sono vi è stato infatti attrezzato un percorso per la visita del pubblico, interessante le parti più accessibili delle gallerie del secondo e del terzo piano. Lo sfruttamento turistico fu in seguito abbandonato, ma la cavità, rimasta praticamente incustodita, è agevolmente visitabile da chiunque nei tratti suddetti.

4. Durante la stesura del presente lavoro, per iniziativa dello scrivente, è stato effettuato un nuovo tentativo di salvaguardia della cavità, cui sono stati interessati il Comune di Frabosa Sottana, l'ENEL e la Federazione Speleologica Piemontese. Dietro incarico del Comune di Frabosa sono state messe in opera nuove solide chiusure degli ingressi della

Da diversi anni nella grotta è purtroppo in atto un'azione di distruzione e di saccheggio delle più belle concrezioni, asportate come souvenir o a scopo di lucro. Ciò ha gravemente depauperato la cavità, rovinandone irrimediabilmente alcune fra le parti più pittoresche. Tentativi di salvaguardia tramite chiusura degli ingressi, effettuati da Gruppi Speleologici, non hanno avuto esito positivo e l'opera vandalica continua attualmente indisturbata⁴.

cavità, il cui accesso è stato regolamentato; la Federazione Speleologica Piemontese, tramite i gruppi aderenti, ha assunto il compito dell'accompagnamento nella grotta degli speleologi o delle persone che ne facciano richiesta per motivi di studio o di documentazione, in date da concordarsi.

Il bacino del Roburentello

La Valle Corsaglia, nella sua parte più prossima alla pianura, non presenta fenomeni carsici di rilievo. Grande importanza riveste invece il bacino del Roburentello, caratterizzato da grandiose manifestazioni carsiche superficiali, estesi collettori ipogei, copiose risorgive e numerose grotte.

L'area interessata ha altimetria variante fra i 700 ed i 1.100 metri (cfr. Carta d'Italia 1:25.000, Foglio 91 I nord-est, Pamparato). Le formazioni calcaree, assai estese, raggiungono in questa zona la massima potenza del Monregalese (300 m circa). L'inclinazione degli strati, assai accentuata, favorisce un facile drenaggio e passaggio in profondità delle acque assorbite. Il fenomeno carsico della zona, già notevolmente studiato nei precedenti decenni, in questi ultimi anni è stato oggetto di particolare attenzione da parte del G.S.A.M. ed è attualmente fra i meglio conosciuti del Cuneese.

L'idrografia superficiale del bacino è articolata nel Roburentello, in un suo affluente principale (Rio Vallengio) a decorso subparallelo (sud-nord) ed in alcuni affluenti minori orientati ortogonalmente ai precedenti. Larghe dorsali spartiacque, costituite in gran parte da terreni carsici, separano fra loro e dalle valli contigue (Corsaglia e Casotto) il Vallengio ed il Roburentello. Sulla loro sommità sono riscontrabili grandi depressioni chiuse, annoverabili fra le maggiori del Piemonte. Le più importanti tra esse sono: la Bassa di San Salvatore (circa 750 m di lunghezza) presso San Giacomo di Roburent, sullo spartiacque Vallengio-Corsaglia; la Dolina dell'Occhio (circa 350 m di diametro), sempre nei pressi di San Giacomo, sullo spartiacque Vallengio-Roburentello; la Conca delle Turbiglie (oltre 700 m di sviluppo) in vicinanza di Serra di Pamparato, sullo spartiacque Roburentello-Casotto.

A tali depressioni fanno capo tre grandiosi sistemi idrici ipogei, alimentanti rispettivamente le risorgenze Roadivolpe (Case omonime, a monte della Sede Comunale di

Montaldo, sul versante sinistro del Vallengio), Doce (a valle di Montaldo, sul versante destro del citato torrente) e Galliani (presso Case Montà, a valle di Roburent, sulla riva destra del Roburentello). Tali sorgenti sgorgano al contatto fra i calcari e le rocce impermeabili di base; presentano fortissima escursione annua, con portate massime di 200-300 l/sec. e talvolta maggiori. Insieme con esse va menzionata la Sorgente Prato (presso Case Garian, sulla riva sinistra del Roburentello) avente analoghe caratteristiche di portata e di regime, di cui non è però conosciuto il bacino di alimentazione. Tutte queste risorgive sono captate in acquedotti cittadini. Numerose sorgenti di minor entità (San Salvatore, Montegrosso, Prati Matti, ecc.) anch'esse spesso incondottate, sgorgano nella zona e sono state, per vari motivi, oggetto di studio.

Nell'area si conoscono 12 cavità di non grande lunghezza, interessanti di solito le opposte estremità (zone di assorbimento e risorgenze) dei collettori sotterranei, tre delle quali in corrispondenza delle maggiori sorgenti citate. Ad esse si aggiunge il grandioso sistema ipogeo Tana del Forno-Galliani, esplorato per gran parte della sua estensione, che si sviluppa nello spartiacque Roburentello-Casotto.

Il sistema ipogeo Tana del Forno-Galliani

Il sistema in oggetto costituisce un caratteristico esempio di complesso sviluppo cavernicolo nel sottosuolo di un carso coperto. Ha lunghezza complessiva superiore ai due chilometri e mezzo ed il dislivello fra il suo ingresso più elevato e la risorgenza è di 260 metri. Le sue parti conosciute sono il settore più prossimo alla zona di assorbimento e quello terminale; del settore centrale, di almeno un chilometro di lunghezza, è invece nota soltanto la direttrice di sviluppo.

La parte superiore del sistema si apre nella Conca delle Turbiglie. La depressione, di aspetto caratteristico e pittoresco, raccoglie le acque di alcune piccole cime circostanti; il suo massimo dislivello (massima altezza

del bacino chiuso) è di 105 metri, l'altezza della soglia a valle di 35. È priva di scorimenti superficiali perenni; presenta a vari livelli diverse doline idrovore, ove l'assorbimento delle acque ha luogo, al disgelo, in misura imponente.

Nel punto di massima depressione (quota m 983) si apre la Grotta delle Turbiglie, attuale inghiottitoio principale del sistema e suo accesso più distante dalla risorgenza. La cavità riceve, nella sua parte inferiore, le acque assorbite da due doline ubicate nei pressi del suo ingresso; ad una settantina di metri dall'entrata è ostruita da terriccio di frana e materiali di sedimentazione, mentre lo smaltimento delle acque incondottate avviene attraverso il fondo sabbioso di una saletta terminale.

L'ingresso praticabile del sistema è invece quello della Tana del Forno, che si apre sulle pendici occidentali della depressione, a 1.045 metri di quota. La parte superiore della cavità costituisce un antico inghiottitoio, più tardi quasi completamente fossilizzatosi con l'approfondimento gravitazionale della conca.

La grotta ha inizialmente sviluppo sub-verticale, con rapida perdita di quota; a 150 metri di profondità questo primo settore si immette nel collettore principale, sub-orizzontale, cioè nella prosecuzione della Grotta delle Turbiglie. Quest'ultimo è percorso da un torrente di notevole portata, in cui confluisce l'esiguo scorrimento d'acqua del settore subverticale della cavità (cfr. rilievo topografico fuori testo).

Il collettore principale ha direttrice sud-est nord-ovest; può essere seguito per 150 metri verso monte e per oltre 550 verso valle, fino a sifoni che sbarrano il percorso da entrambi i lati. Presenta fra i due punti estremi notevole dislivello (66 m), con progressiva e regolare perdita di quota. Riceve, nel suo sviluppo, piccoli affluenti periodici che in alcuni casi hanno dato origine a brevi diramazioni laterali; in prossimità del sifone di valle è infine raggiunto da un corso d'acqua perenne, di quasi eguale portata, con formazione di un imponente salone (Sala dei Ciclopi).

Il ramo della grotta (presumibilmente percorribile) originato da quest'ultimo affluente è rimasto finora inaccessibile per l'altezza e la estrema difficoltà di raggiungimento del suo imbocco. Questo secondo torrente è probabilmente alimentato dalle acque assorbite da alcuni pianori idrovori ubicati a nord-ovest della Conca delle Turbiglie, ove una circolazione superficiale di ragguardevole entità scompare progressivamente nel sottosuolo, fino a completa estinzione.

La Tana del Forno ha complessivamente 1.300 metri di lunghezza e 204 di profondità. Dall'esame morfologico appare essenzialmente formata dalle azioni concomitanti o successive del torrente dell'inghiottitoio superiore (ora praticamente estinto) e di quello della Grotta delle Turbiglie. La confluenza dei due corsi d'acqua ha dato origine ad un grandioso ambiente riccamente concrezionato, la Sala Cuneo, attualmente sovrastante di una ventina di metri il collettore. Vari affluenti minori, ora in parte fossilizzati, hanno contribuito in diversi punti all'ampliamento della grotta, dando talvolta luogo a brevi diramazioni collaterali. Il tratto del collettore più prossimo al sifone di valle (la Sala dei Ciclopi, di circa 140 m di lunghezza), assai più vasto della parte precedente, costituisce il risultato dell'azione combinata del torrente principale e dell'attuale maggior affluente.

La presenza di ciottoli arrotondati, non calcarei (quarziti, porfidi ed altri materiali), inglobati nel concrezionamento parietale e nel soffitto del collettore, indica l'accumulo, nel periodo glaciale, di depositi alluvionali trasportati dall'esterno, parzialmente poi cementati dal carbonato di calcio, che in certi punti devono avere ostruito quasi completamente la cavità. Con la ripresa di un energico deflusso tali riempimenti sono stati parzialmente asportati dalle acque che, nel contempo, hanno ripreso la loro azione erosiva verso il basso approfondendo l'alveo del collettore. Il progressivo calo del livello di scorrimento delle acque è infatti testimoniato, sotto la Sala Cuneo ed in qualche punto del collettore, dalla presenza di meandri sospesi. Tale morfologia non è però

normalmente ravvisabile, poiché gli antichi livelli superiori del collettore più spesso completamente riempiti dai suaccennati depositi cementati dal concrezionamento.

Già a monte del principale affluente il collettore inizia un'ampia curva ed, abbandonando la precedente direttrice di sviluppo, volge decisamente in direzione ovest. La curva appare destinata ad accentuarsi al di là del sifone di valle, ove il collettore assumerà la nuova direttrice est-nord-est ovest-sud-ovest, per il raggiungimento della risorgenza dei Galliani, ubicata in posizione un po' più meridionale nel fondo valle del Roburentello. Tale mutamento di direzione è probabilmente determinato dall'intersezione con un sistema di diaclasi disposte trasversalmente o dall'incontro con rocce impermeabili (scisti o quarziti), di cui peraltro non è stato rilevato l'affioramento superficiale in questa zona.

Nel tratto sconosciuto del collettore, giungono ad esso ulteriori copiosi apporti di acque; la portata alla risorgenza è infatti assai superiore a quella osservata a monte del sifone della Tana del Forno (almeno 200 l/sec. contro 35-40 nel maggio 1972, ma sempre decisamente maggiore anche in condizioni di ridotta portata). Oltre all'apporto dell'assorbimento disperso è perciò da prendere in considerazione la probabilità di altri afflussi di acque: ad esempio da affluenti sconosciuti del collettore, o da perdite alveari dei torrentelli periodici sovrastanti il percorso del medesimo, o forse da perdite dello stesso Roburentello in qualche tratto a monte della risorgenza. La parte terminale del collettore (184 m di lunghezza), è nuovamente percorribile. La cavità ha sviluppo praticamente orizzontale e termina con un profondo sifone, esplorato per un breve tratto, che sembra dia adito ad un grande bacino ipogeo. La presenza, nel tratto più profondo del collettore, di uno o più grandi invasi, costituenti un'importante riserva idrica per le stagioni di magra, appare d'altro canto deducibile anche dai risultati delle colorazioni delle acque, effettuate in diverse condizioni di portata.

Essendo assai simili per le diverse dorsali le condizioni geo-idrologiche e la disposizione degli strati, è da ritenere che anche in corrispondenza degli altri maggiori collettori (anch'essi caratterizzati da forti dislivelli) si sviluppino sistemi ipogei del tipo testè esaminato.

Le grotte da cui scaturiscono le risorgive appaiono costituire le estremità inferiori, isolate dai settori più interni da restringimenti e sifoni. Tali sistemi non risultano però presentare alcun accesso praticabile nella loro parte più elevata, dove maggiori potrebbero essere le possibilità di esplorazione, e sembrano pertanto destinati a rimanere irraggiungibili. Non esistono infatti inghiottiti aperti nei fondi delle doline assorbenti, attualmente ostruite dai sedimenti e forse anche ad opera dell'uomo, e, nonostante le accurate ricerche, non è stato possibile reperire sui pendii circostanti alcun ingresso fossile (sul tipo della Tana del Forno) che consenta di raggiungere i collettori.

L'incondottamento in acquedotti cittadini delle acque dei collettori in oggetto va ponendo, con l'intensificarsi dello sfruttamento turistico-residenziale dell'area, notevoli problemi di carattere sanitario. La forte permeabilità dei terreni calcarei e le già citate condizioni tettoniche locali consentono infatti una facile percolazione delle acque di rifiuto degli abitati, con notevoli probabilità di raggiungimento e conseguente inquinamento delle vene idriche sottostanti.

Da tali caratteristiche, che fanno dei terreni calcarei un oggetto di urbanizzazione particolarmente delicato, si evidenzia la necessità di evitare l'installazione indiscriminata di insediamenti residenziali nei bacini di assorbimento dei collettori carsici ipogei.

Tale esigenza non sembra sia stata finora particolarmente presente ai competenti organi di tutela. Installazioni di complessi turistici o di villeggiatura sono state infatti più volte effettuate senza gli indispensabili provvedimenti cautelativi, con conseguenze molto dannose purtroppo attualmente constabili.

LE ALPI LIGURI

Le Alpi Liguri, per l'entità dei fenomeni che le caratterizzano, sono una delle più importanti aree carsiche italiane.

Esse costituiscono, come noto, la parte più meridionale delle Alpi Marittime. Vi si distinguono un settore occidentale a carattere prettamente alpino, esteso dal Colle di Tenda al Colle di San Bernardo, e un settore morfologicamente più prossimo all'Appennino, compreso fra la Valle Tanaro e il mare, più propriamente denominato Prealpi Liguri. Solo il primo settore interessa agli effetti del presente lavoro.

La regione è così delimitata: ad ovest dalla Valle Vermenagna e dalla Val Roia; a nord dai rilievi a carattere prealpino del Monregalese, lungo una linea decorrente da Garessio per i Monti Alpet, Moro, La Gardiola, fino alla Certosa di Pesio; ad est dalla Valle Tanaro; a sud dallo spartiacque fra il bacino del Tanaro e la Valle Arroscia, segnato da una linea dal Monte Saccarello, per il Monte Frontè, il Poggio di San Martino ed il Colle di Cosio, fino al Colle di Nava ed Ormea. L'altimetria della zona è compresa fra gli 800 e i 2.650 metri. La catena principale decorre da ovest a est e comprende le più alte vette della regione: Cima della Fascia (m 2.495), Monte Marguareis (m 2.651, massima elevazione delle Alpi Liguri), Cima delle Saline (m 2.612), Monte Mongioie (m 2.630), Bric di Conoia (m 2.521), Pizzo d'Ormea (m 2.476)⁵.

Dalla catena si diramano ad ovest i Valloni di San Giovanni e dell'Almellina (versante destro del Vermenagna), a nord le Valli Pesio, Ellero, Corsaglia e Casotto, a sud le valli del Tanaro e di Rio Freddo (versante sinistro del Roia).

I terreni carsici sono rappresentati da calcaro dolomitico del Trias, calcari giuresi e calcari scistosi cretaceo-eocenici appartenenti alla Zona Brianzese; costituiscono in questa regione aree vastissime e raggiungono grande potenza. In essi si sviluppano

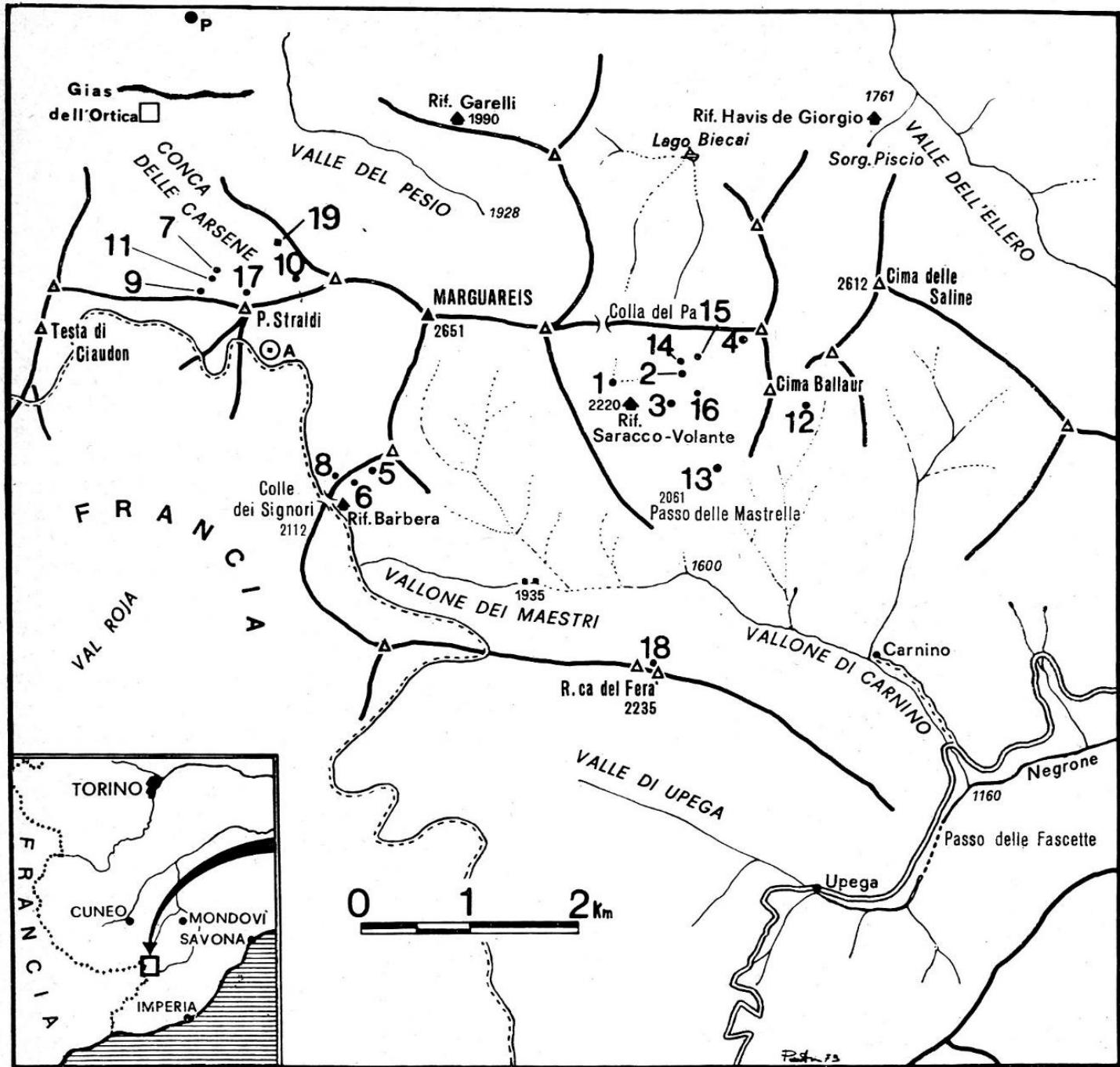
imponenti fenomeni superficiali ed ipogei. Dalle testate delle Valli Vermenagna e Roia i calcari si estendono, quasi con continuità, verso la Valle Tanaro, fino ad Ormea e Garessio. In più punti sono però frammentati dall'interposizione di potenti masse di porfiroidi permiani e di quarziti, che separano dal nucleo principale i massicci carsici del Cars e del Mondolè e suddividono i terreni calcarei ad est del Mongioie in due fasce subparallele⁶.

Il nucleo carsico principale (Gruppo del Marguareis-Mongioie) si estende dalla Val Vermenagna fino alle testate della Val Corsaglia e della Val Tanaro, interessando a nord i settori più elevati delle Valli Pesio ed Ellero e a sud il bacino d'origine della Valle di Rio Freddo. Più a settentrione si trovano i Massicci del Cars e del Mondolè-Artesinera, rispettivamente nelle zone spartiacque Pesio-Ellero ed Ellero-Corsaglia. Ad est del Mongioie, le masse permiane culminanti nel Pizzo d'Ormea determinano l'anzidetta suddivisione dei terreni carsici. Le due fasce subparallele si stendono verso est-sud-est, avvolgendo a meridione e a settentrione la zona permiana: la più meridionale si estende parallelamente al corso del Tanaro, fra il Passo delle Fascette ed Ormea; la seconda si prolunga dal Massiccio del Mondolè, attraverso la Val Corsaglia (Serra di Monterossino, Cima Verzera) e la testata della Val Casotto (Monte Antoroto) fino alla Valle Tanaro (Garessio) ed oltre.

Alla posizione geografica delle Alpi Liguri (notevole vicinanza con il mare) sono legate le abbondanti precipitazioni che si aggirano in media sui 1.500 mm annui, ma raggiungono valori presumibilmente maggiori nelle zone più elevate. Tale ricchezza di acque meteoriche, notevolmente superiore a quella degli altri settori delle Alpi Marittime, ha influito positivamente sull'evoluzione recente delle grotte, dando luogo all'asportazione dei riempimenti glaciali.

5. Cfr. Carta d'Italia 1:100.000 - I.G.M. - Foglio 91 Boves e Carte de France 1:50.000 - I.G.N. - Foglio XXXVIII-40 Viève.

6. Cfr. Carta geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 91.



Il Massiccio del Marguareis e l'ubicazione delle grotte di profondità superiore ai 130 metri (da C. Balbiano D'Aramengo: Marguareis, « la montagna degli speleologi »).

In rapporto alla giacitura delle masse calcaree la regione delle Alpi Liguri è stata divisa, per comodità di studio, in tre settori⁷: il Massiccio Marguareis-Mongioie e l'alto bacino del Tanaro; il gruppo del Mondolè, includente tutti i rilievi calcarei

situati fra le Valli Ellero e Corsaglia, gravitanti intorno a questa cima; il gruppo del Monte Antoroto, comprendente i citati rilievi carsici fra il Corsaglia ed il Tanaro. I fenomeni carsici interessano in vasta misura tutti i citati settori, ma le manife-

7. Cfr. CARLO F. CAPELLO, 1952, *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le Alpi Liguri*, pag. 5.

stazioni più intense ed estese hanno sede nel gruppo del Marguareis-Mongioie, dove si sviluppano alcune delle più profonde ed una delle più lunghe grotte italiane.

Le dimensioni del fenomeno carsico delle Alpi Liguri rendono impossibile la sua completa trattazione in questa sede. Nelle pagine seguenti ci si limiterà pertanto al-

grandi fenomeni carsici, come quelli del gruppo dell'Antoroto (Cima Ciuajera, Rocce di Perabruna, Val d'Inferno, ecc.) o del gruppo del Mondolè (Cima Artesinera, Monte Fantino, ecc.), il secondo dei quali è preso in considerazione solo marginalmente. Verrà pure dedicato solo un breve cenno alla importantissima zona del Colle del

Il Massiccio del Marguareis e l'ubicazione delle grotte superiori ai 130 metri

<i>n.</i>	<i>nome</i>	<i>ubicazione</i>	<i>profondità</i>	<i>quota ingresso</i>
1	Carsena di Piaggia Bella o voragine del Colle del Pas	Vallone Piaggia Bella	549	2.157
2	Chiesa di Bac o grotta di Caracas	Vallone Piaggia Bella	689	2.299
3	Grotta Jean Noire o dei Pensieri	Vallone Piaggia Bella	589	2.201
4	Abisso Raymond Gaché	Vallone Piaggia Bella	558	2.513
5	Abisso Volante	Versante Sud Marguareis	339	—
6	Abisso Saracco (F-5)	Versante Sud Marguareis	505	2.140
7	Abisso Cappa	Conca delle Carsene	700?	2.154
8	Trou Souffleur	Versante Sud Marguareis	388	2.140
9	Gouffre des Perdus	Conca delle Carsene	541	2.228
10	Voragine Marcel	Conca delle Carsene	270	2.175
11	Abisso Tranchero	Conca delle Carsene	200	2.170
12	Omega 5	Versante Est Cima Pian Balaur	215	2.425
13	Grotta del Solai	Vallone Piaggia Bella	260	2.038
14	Abisso dei Piedi Secchi	Vallone Piaggia Bella	220	2.275
15	« Gola del Visconte »	Vallone Piaggia Bella	242	—
16	Abisso « Deneb »	Vallone Piaggia Bella	220	2.250
17	Abisso di Punta Straldi	Conca delle Carsene	540	2.272
18	Grotta del Ferà	Rocca del Ferà	130	2.180
19	Abisso Scarason	Conca delle Carsene	300?	2.100
P.	Sorgente Inferiore del Pesio	Alta Valle Pesio		1.345
A.	Inghiottitoio di Piano Ambrogi	Versante Sud delle Carsene		2.110

Alle citate grotte si aggiungono gli Abissi 8/5 (m 152) e Rangipur (m 130 circa) situati nella Conca delle Carsene, la cui posizione non è riportata nella cartina.

l'esame di alcune delle più importanti aree e di alcuni fra i fenomeni ipogei più imponenti.

Nell'intento di offrire al lettore un quadro quanto più possibile completo, verranno prese in esame una zona carsica d'alta montagna (la Regione delle Carsene) ed una di media montagna (la Valle Corsaglia), notevolmente diversificate per le loro caratteristiche morfologiche.

Saranno in tal modo tralasciati numerosi

Pas ed ai suoi imponenti complessi ipogei (Sistema di Piaggia Bella, Abisso Gaché, ecc.): nei limiti di spazio disponibili è infatti sembrato più opportuno soffermarsi su un'area carsica (Conca delle Carsene) forse un po' meno rilevante, ma finora scarsamente documentata in bibliografia, rimandando, per una più approfondita conoscenza della regione del Pas, alla esaurente letteratura esistente in proposito (vedi bibliografia).



4 - La Conca delle Carsene vista da Passo Scarsone: sullo sfondo la testa di Murtel. Nell'immagine è evidente l'eccezionale intensità del fenomeno carsico: notare in primo piano alcuni pozzi assorbenti.

Il gruppo Marguareis-Mongioie

Il settore comprende i massicci culminanti nelle Cime della Fascia, del Marguareis, delle Saline e del Mongioie, i Valloni Almellina e San Giovanni, l'alta Valle Pesio, l'alta Valle Ellero, le Valli di Upega e di Carnino (alto bacino del Tanaro) e il Vallone di Malaberga (Valle di Rio Freddo). L'altitudine media dell'area è assai elevata (intorno ai 2.000 m) e le formazioni calcaree vi raggiungono le massime potenze delle Alpi Liguri.

Il fenomeno carsico superficiale ed ipogeo assume in quest'area intensità eccezionale, superiore ad ogni altra zona del Piemonte e forse non più riscontrabile nell'arco alpino fino al carso giuliano.

L'abbondanza delle precipitazioni, certa-

mente superiori in questo settore ai 1.500 mm annui, ha prodotto lo svuotamento delle grotte da gran parte dei depositi glaciali e il denudamento delle superfici carsiche, per lo più ormai sgomberate dalla coltre morenica.

La morfologia esterna della zona è tipica del carsismo d'alta quota, con aree assai vaste di rocce nude e caratteristiche miste carsico-glaciali.

L'attuale topografia di superficie deriva infatti da una recente sovrapposizione della morfologia carsica sul modellamento glaciale würmiano, a sua volta impostosi sulla superficie carsica preesistente. L'ultima glaciazione ha probabilmente asportato, con lo strato di roccia da essa interessato, gli elementi minori della precedente morfologia carsica esterna, lasciandone parzialmente sussistere soltanto le grandi linee. La recente ripresa del carsismo ha poi rimodellato solo in parte le superfici di esarazione glaciale, modificandone il dettaglio piuttosto che gli elementi fondamentali.

La morfologia superficiale, nelle sue linee essenziali, è perciò ancora quella glaciale e preglaciale.

La zona assorbente del massiccio, a somiglianza del settore meridionale delle Alpi Cozie (spartiacque Stura-Maira), è modellata ad elevati altipiani, talora foggiati a circo glaciale, delimitati a monte dalle creste spartiacque e a valle da ripide scarpate rocciose che strapiombano sui solchi d'impluvio sottostanti. La morfologia è anche qui articolata in grandi conche chiuse, in valloni sospesi e in pianori assorbenti.

In questi bacini le acque pluvio-nivali sono quasi immediatamente assorbite, senza dar luogo a scorimenti superficiali di qualche entità. I brevi solchi d'impluvio, talora presenti, si esauriscono presto in fessure e doline e sono attivi, nella quasi totalità dei casi, solo in primavera.

Il modellamento carsico è evidente soprattutto nel dettaglio: solchi idrici discontinui, campi solcati, pozzi a neve, doline, inghiottitoi, fessure, fessure pozzo, ecc.

La morfologia carsica profonda, nella maggior parte dei casi, risale nelle sue linee

fondamentali ad epoche precedenti l'ultima glaciazione: le più grandi cavità sotterranee si sono infatti formate nei precedenti periodi interglaciali o addirittura nell'era terziaria.

La temperatura dell'aria è assai fredda nelle grotte della zona di assorbimento, ove varia fra 1-5 °C. Questo fatto, mentre favorisce tuttora l'ampliamento delle cavità, con l'aumento della solubilità del carbonato di calcio (il CaCO_3 passa in soluzione acquosa come bicarbonato, in presenza di anidride carbonica), ha impedito, per lo stesso motivo lo sviluppo di un concrezionamento di grande entità. Salvo rarissime eccezioni le grotte della zona sono infatti notevolmente povere di concrezionamento e presentano aspetto nudo e assai aspro.

I più importanti bacini d'assorbimento dell'area sono, procedendo da ovest verso est, i seguenti: il Vallone del Cros (Valle Vermenagna); i due versanti (nord e sud) della Regione delle Carsene; il versante sud del Marguareis e il Vallone dei Maestri; il Vallone di Piaggia Bella (a sud del Colle del Pas); i bacini del Biecai e delle Moglie, con gli omonimi laghi carsici (a nord del citato colle); il Vallone delle Masche (a nord-ovest della Cima delle Saline); il Vallone del Manco (a sud-est della citata cima); la Regione dei Gruppelli (alto Vallone di Bellino) e l'alto Vallone del Torrente Regioso (versante sud del Mongioie).

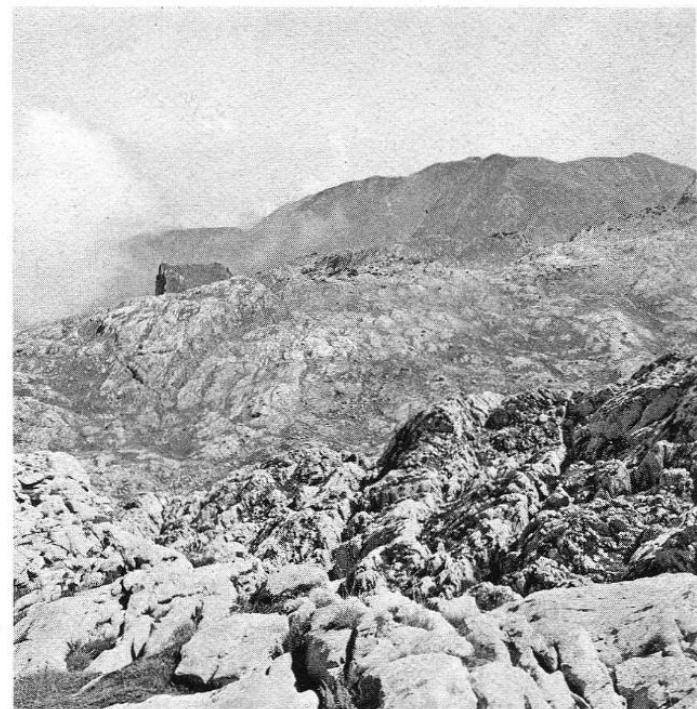
Alle falde dei rilievi del massiccio sgorgano numerose e ricche sorgenti carsiche, di cui saranno menzionate qui appresso le più importanti.

La Sorgente Balmaccia sgorga dalla grotta omonima nel Vallone Gorgiasse (Valle dell'Almellina), a quota m 1.450; è presumibilmente alimentata dalle acque meteoriche assorbite nel gruppo Jurin-Baban-Melasso e forse da una parte di quelle della Regione Vaccarile (Valle Pesio). Le Sorgenti Chin, Sgaggiana e Dura, nel Vallone di San Giovanni, sono presumibilmente alimentate dalle acque delle Rocce della Fascia e del Vallone del Cros.

Le Sorgenti del Pesio (superiore ed inferio-

re), alle quote 1.426 e 1.345, ricevono le acque assorbite nella Conca delle Carsene e probabilmente una parte di quelle delle Rocce della Fascia. La loro portata minima è di almeno 100 lit/sec.

Le sorgenti della Soma sgorgano nel bacino



5 - Conca delle Carsene: calcari a lapiès (campi solcati). La morfologia superficiale a lapiès, tipica dei calcari puri giuresi, dà luogo ad un assorbimento disperso, cui corrisponde, nel sottosuolo, lo sviluppo di cavità di percolazione verticali.

del Negrone (a nord-ovest di Carnino), a 1.579 metri di quota, e sono presumibilmente alimentate dal versante meridionale del gruppo Pian Ballaur-Cima delle Saline. Le Sorgenti dell'Ellero (sorgente temporanea del Piscio e sorgenti inferiori) sono ubicate in vicinanza del rifugio Mondovì, a quota 1.800 circa. Esse convogliano le acque assorbite nella zona settentrionale del gruppo Saline-Ballaur e probabilmente parte di quelle della Regione Biecai. La loro portata minima è di circa 100 lit/sec.

Le Sorgenti delle Fuse sono costituite da due gruppi di polle (denominate rispettivamente Vene e Foce) alimentate da due canalizzazioni indipendenti. Sgorgano alle quote 1.525 e 1.475, all'inizio del vallone omonimo, alla base della parete delle Rocce



6 - Il laghetto delle Carsene.

del Manco. Sono alimentate dal versante meridionale del massiccio del Mongioie (Rocce del Manco, Cima delle Colme, ecc.) e, molto probabilmente, anche da quello meridionale. La loro portata massima dovrebbe aggirarsi sui 300 lit/sec.

La Sorgente Foce è situata nella Gola delle Fascette (Valle del Negrone), a 1.180 metri di quota. Da essa vengono alla luce le acque assorbite nel Vallone di Piaggia Bella, sul versante meridionale del Marguareis e nel Vallone dei Maestri. Queste acque affiorano commiste con quelle dello stesso Negrone, che vengono inghiottite all'inizio della gola nel Garb del Butaù (quota m 1.224), lasciando pertanto quasi perennemente arido un tratto dell'alveo di tale torrente.

Nell'ambito dell'area considerata tre settori rivestono particolare importanza per lo sviluppo dei fenomeni ipogei: la regione delle Carsene, il versante sud del Marguareis (dintorni del Colle dei Signori) e la zona del Colle del Pas⁸.

8. Per la topografia dei diversi settori, cfr. la Carta d'Italia 1:25.000 dell'I.G.M., rispettivamente: F. 91 III NE Tenda e F. 91 IV SE Certosa di Pesio (Regione delle Carsene); F. 91 II NO Viozene

La Regione delle Carsene

La regione delle Carsene, intesa in senso lato, si estende a cavallo del confine italo-francese, dalla Punta San Salvatore al Marguareis; la zona ha morfologia molto complessa, ma consiste essenzialmente in un elevato altipiano, suddiviso dalla cresta dei Monti delle Carsene in due versanti inclinati rispettivamente a nord e a sud. Lo spartiacque ha altezza uniforme superiore ai 2.300 metri e raggiunge nella Punta Straldi la sua massima elevazione (m 2.375). Il versante nord si presenta come una vastissima conca (oltre km 5,5 di superficie) delimitata ad ovest dalle Rocce della Fascia ed a est dalle Rocce Scarason, digradante fino alla quota dei Gias dell'Ortica (m 1.836). La conca presenta un versante estremamente irregolare e scosceso, suddiviso in una serie di valloncelli separati da creste montonate, dovuti alla esarazione glaciale, aventi andamenti sud-nord e sud-est nord-ovest. Il maggiore di questi attraversa diagonalmente tutta la conca dal Passo Scarasson al Gias dell'Ortica. Il fondo è pianeggiante, stretto, allungato e cosparsa di fessure e doline: è delimitato verso valle da una soglia rialzata (50-80 m) sostenuta da una bastionata rocciosa sovrastante la Valle Pesio.

La Conca delle Carsene costituisce uno splendido esempio di bacino carsico: arida e priva di vegetazione arborea, presenta vaste distese di rocce nude, assai fessurate e intervallate da tratti a copertura erbosa. Vi sono estremamente accentuate tutte le forme dell'erosione superficiale: in particolare vi si notano fittissime doline rocciose, estesi campi solcati e bellissimi esempi di pozzi a neve. Alcuni solchi d'impluvio abbastanza accentuati terminano nel pianoro del Gias dell'Ortica, ma sono in attività solo allo scioglimento delle nevi. L'idrografia perenne della conca è assolu-

(Versante Sud del Marguareis); F. 91 I SO Monte Mongioie e F. 91 II NO Viozene (Regione del Colle del Pas).



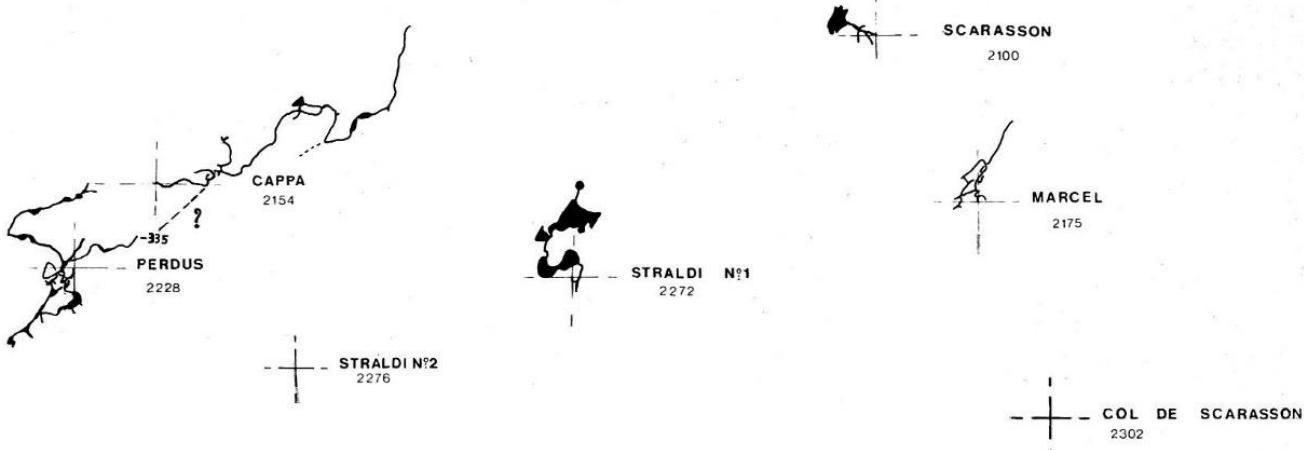
7 - Il versante Sud della Regione delle Carsene. È visibile la strada ex-militare che collega il Colle di Tenda con Monesi ed il Colle di Nava. I calcari marnosi del cretaceo, che costituiscono la zona sommitale della cresta dei Monti delle Carsene, con il loro residuo insolubile danno luogo, in superficie, alla formazione di suoli erbosi (a sinistra, in alto nella foto). Su questi possono installarsi piccoli solchi idrici, poco profondi e solitamente asciutti, come quello visibile verso il centro dell'immagine. In tali terreni l'assorbimento si concentra, in una certa misura, in determinati punti di maggiore permeabilità, mentre in profondità le acque formano condotti prevalentemente obliqui.

tamente trascurabile; l'acqua vi è infatti reperibile in esigua quantità solo al Gias dell'Ortica, ove una sorgentella fornisce a stento la possibilità di approvvigionamento ai pastori che vi trascorrono il periodo

dell'alpeggio. Un minuscolo specchio di acqua stagnante è inoltre reperibile, anche in piena estate, a monte del Gias dell'Ortica, sulla destra del sentiero che discende dalla Colla Piana. Si tratta di un tipico laghetto



8 - Il Pis del Pesio: la grandiosa cascata che scaturisce dalla grotta (a sinistra) nella tarda primavera è alimentata dalle acque di fusione della Conca delle Carsene.



Complesso sotterraneo della Conca delle Carsene
(Documentazione del Centre Méditerranéen de Spéléologie, Nizza).

carsico, formatosi per l'impermeabilizzazione del fondo di una dolina erbosa, che non si ritiene comunichi con alcun sistema idrico interno.

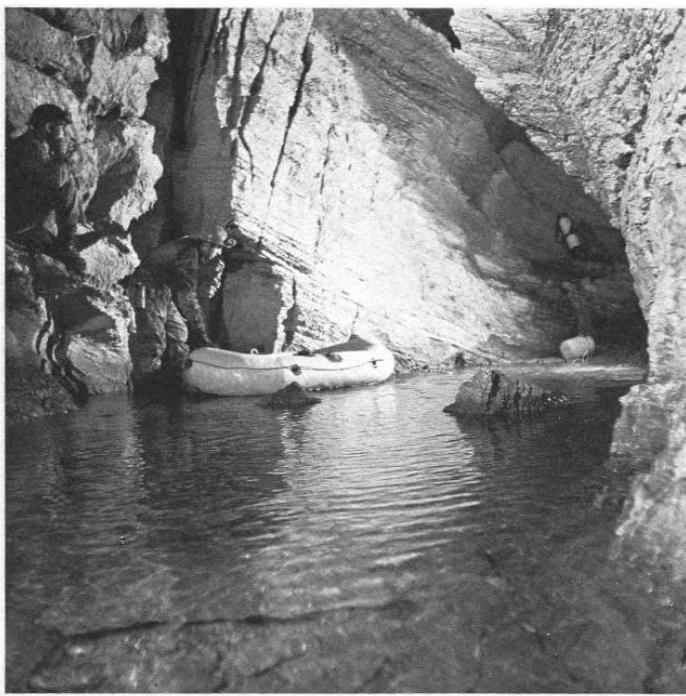
Le acque assorbite nella conca riaffiorano alla luce principalmente nelle sottostanti Sorgenti del Pesio (Sorgente del Pis e Sorgente Inferiore).

Il versante sud della regione presenta declivio poco accentuato, digradante fino a circa 2.000 metri di quota. Il ciglio è sostenuto da un bastione roccioso sovrastante il Vallone di Malaberga. Il pianalto è delimitato ad ovest dalla Cima di San Salvatore e dalla Testa Ciaudon, e ad est dal Marguareis e dal Colle dei Signori. Ai confini meridionali emergono le alture di Castel Scevolai e di Castel Frippi (m 2.250 circa), torrioni carsici, caratterizzati dalle

EMBUT DU PLAN
AMBROISE
2110

tipiche rocce montonate. L'altipiano presenta diverse crestine e cocuzzoli minori che lo suddividono in vari bacini: Scarrason, Navela, Piano Ambrogi, Scovola, Scevolai. Tali bacini presentano brevi solchi idrici poco accentuati, attivi solo in primavera, terminanti in fessure e doline. Solo il Piano Ambrogi presenta una idrografia superficiale perenne, sia pure esigua nella stagione estiva, alimentata da tre piccole sorgenti.

La natura geologica della regione è, nelle grandi linee, la seguente: la zona sommitale (Cresta dei Monti delle Carsene e parti più elevate dei due spioventi) è costituita da calcari marnosi e scistosi cretaceo-eocenici, cui soggiacciono i calcari giuresi; le aree meno elevate dei due versanti sono costituite da calcari giuresi puri e molto compatti



9 - Grotta del Pesio: il collettore in periodo di magra.

(Dogger e Malm). Le cavità che si aprono a quota più alta si sviluppano perciò, inizialmente, nei calcari scistosi, proseguendo, dopo una certa profondità, in quelli giuresi.

Quelle di quota meno elevata si sviluppano invece interamente in questi ultimi. Differenze rilevanti a seconda del tipo di calcare si hanno anche nella morfologia di superficie (cfr. foto n. 5 e n. 7).

Una striscia di calcari triassici è infine indicata, sulla carta geologica, alle falde delle Rocce della Fascia. Tali calcari, fiancheggiati dal sentiero che discende dalla Colla Piana al Gias dell'Ortica, appaiono delimitati, ad oriente, da una grande faglia avente direttrice nord-sud. Lungo questa linea di dislocazione si sviluppano alcune cavità fra cui l'Abisso Rangipur (m 130 c.a.).

Le acque assorbite sul versante meridionale delle Carsene ritornano alla luce solo in parte nel sottostante Vallone di Malaberga, raggiungendo per la parte restante la Valle del Pesio, ove anch'esse riaffiorano dalle citate sorgenti. Lo spartiacque ipogeo non

coincide perciò in questa zona con quello esterno.

Ciò appare soprattutto da attribuirsi allo sviluppo della fratturazione. Nella regione delle Carsene sono infatti riscontrabili due principali sistemi di faglie: uno latitudinale, riunente le linee di dislocazione con direzioni intorno a nord-sud ed uno longitudinale, avente direzioni comprese fra est-sud-est - ovest-nord-ovest ed est-nord-est - ovest-sud-ovest. Fra le importanti faglie del primo sistema due rivestono particolare interesse: la citata, decorrente dalla Colla Piana al Colle del Carbone, sul margine occidentale della Conca delle Carsene; la seconda estesa dal fianco ovest del bacino di Piano Ambrogi, attraverso la cresta spartiacque, fino a raggiungere la suddetta conca. Questa seconda linea di dislocazione determina probabilmente la prima parte del percorso seguito dalle acque del Piano Ambrogi per raggiungere la Valle Pesio. Su di essa si sviluppa l'Abisso Straldi (versante nord) che costituisce una delle più profonde grotte della regione⁹.

Altrettanta importanza rivestono, per lo sviluppo dei collettori e delle grotte, le linee di dislocazione del secondo sistema. Fra esse riveste primario interesse una faglia, avente approssimativamente direttrice est-sud-est - ovest-nord-ovest, che si estende attraverso la Conca delle Carsene, dalle Rocce Scarason al Colle del Carbone, all'incirca iniziando dal Passo del Duca e costeggiando a nord il pianoro dell'Ortica. Su di essa sembra impostato lo sviluppo di alcune cavità. Per praticità tale faglia verrà d'ora innanzi indicata come faglia del Passo del Duca.

La circolazione ipogea. Nell'idrografia sotterranea delle Carsene sembrano individuabili, fra molti altri, due collettori più importanti: il primo, esteso dall'inghiottitoio di Piano Ambrogi in direzione sud-sud-est - nord-nord-ovest e seguente lo sviluppo della già citata faglia, in cui si ritiene confluiscano le acque dell'Abisso Straldi; il secondo, co-

9. Le faglie in oggetto hanno favorito lo sviluppo in profondità delle grotte della regione, a causa

della loro disposizione in genere molto inclinata o prossima alla verticalità.

stituente il collettore principale della regione, esteso per tutta la larghezza della Conca delle Carsene lungo la faglia longitudinale del Passo del Duca.

Il primo realizzerebbe il trasporto delle acque del versante sud delle Carsene alle Sorgenti del Pesio. Nel secondo confluirebbero, direttamente od indirettamente, data la sua posizione, tutti i collettori della Conca, fra cui quello di Piano Ambrogi. Per il suo tramite le acque raggiungerebbero una zona del massiccio in condizioni freatiche, corrispondente ad un settore di carso profondo (grossso modo sottostante la parte deppressa della Conca) dove le rocce calcaree raggiungerebbero un livello assai inferiore a quello della risorgenza. Alcune nuove ed importanti ipotesi sulla morfologia e l'idrografia profonde della Regione delle Carsene sono state avanzate (e spesso dimostrate) da Claude Fighiera (C.M.S.), il grande esploratore e studioso del fenomeno carsico del Marguareis purtroppo prematuramente scomparso nel 1974.

Dalla suddetta zona freatica le acque raggiungerebbero le Sorgenti del Pesio, ove la Grotta del Pis (quota m 1.426) può essere considerata un collettore terminale del sistema delle Carsene. La cavità si sviluppa alla base della bastionata calcarea sottostante il Gias dell'Ortica ed ha lunghezza di circa un chilometro¹⁰.

Il suo ramo principale si addentra per oltre 200 metri in direzione sud-ovest e termina con un sifone finora insuperato. Dalla cavità fuoriesce, nella primavera, un'enorme massa d'acqua (Cascata del Pis). In condizioni di magra il ridotto scorrimento idrico viene smaltito tramite un sifone ubicato in prossimità dell'ingresso e l'acqua è probabilmente convogliata alla sorgente inferiore (quota m 1.345) che costituirebbe quindi l'esutore permanente del collettore. Non essendo state ancora effettuate colorazioni o misure di portata, non si conoscono gli esatti rapporti intercorrenti fra le due risor-



10 - Conca delle Carsene: particolare di un campo solcato. Secondo diversi studiosi, i lapiès del Marguareis sono fra i più belli e tipici che esistano.

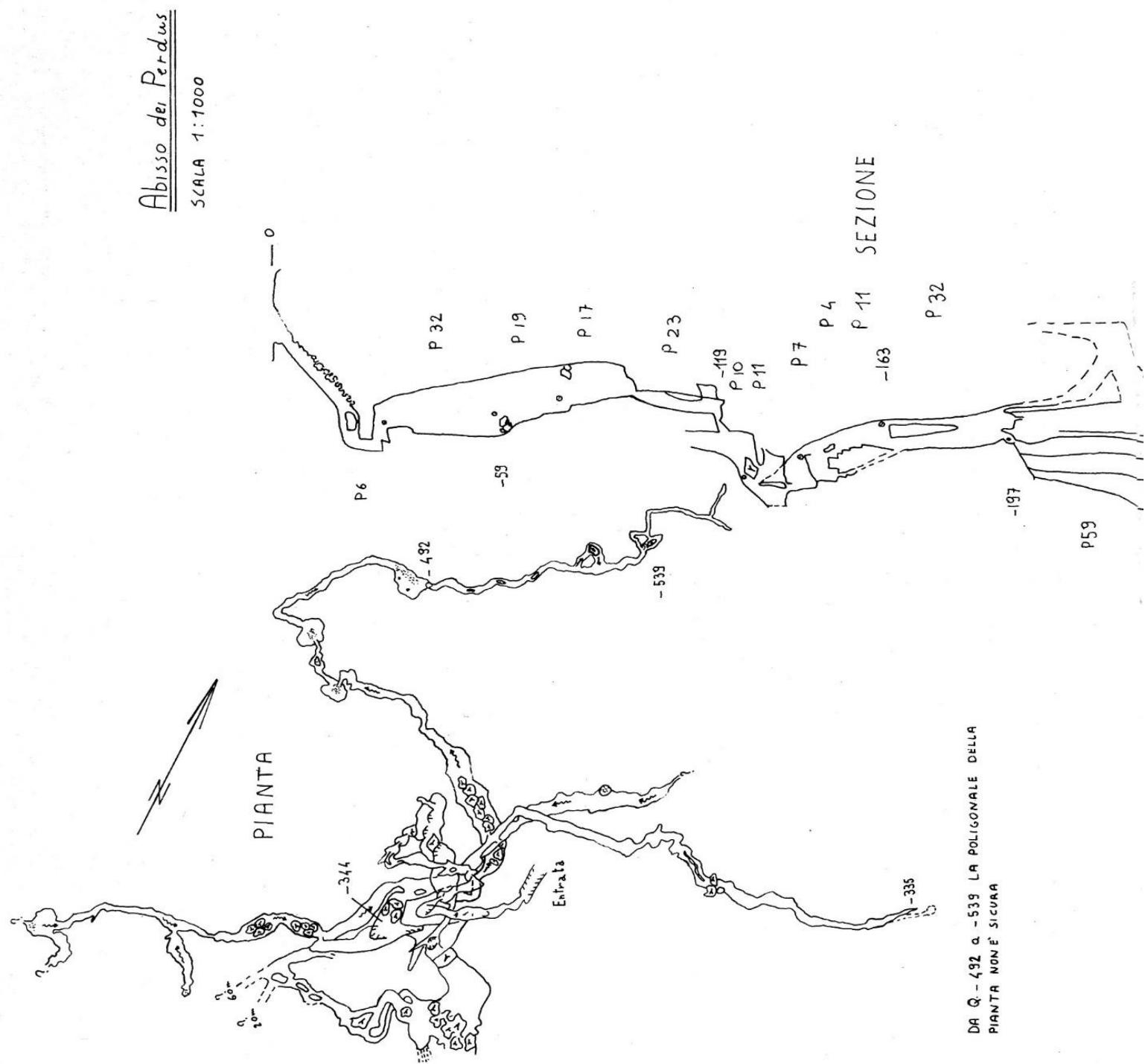
give: la sorgente inferiore è però probabilmente alimentata anche indipendentemente dalla grotta del Pis, o da un diverso condotto o per una diffusione verificantesi a monte del sifone di quest'ultima.

Il collegamento idrologico Piano Ambrogi-Pesio inferiore è stato accertato da una colorazione del Club Martel, nel giugno 1963. Nel collettore di Piano Ambrogi è assai probabile convergano le acque delle altre due maggiori grotte della Conca delle Carsene (Abisso dei Perdus e Abisso Cappa), data la localizzazione topografica delle stesse (cfr. cartina: *Il Massiccio del Marguareis e l'ubicazione delle grotte...*). L'arrivo alla Sorgente inferiore del Pesio delle acque dei Perdus è stato provato da una colorazione del Club Martel, nell'agosto 1961; quello delle acque del Cappa da una colorazione dell'A.S.B.T.P., nel luglio 1968.

Le grotte. Nella regione in studio si aprono

10. L'ingresso della grotta si trova in parete strapiombante ad oltre 20 metri dal suolo. Il suo raggiungimento, in passato assai arduo, è attualmente facilitato da un cavo scorrevole permanente instal-

lato dal G.S.A.M. Il gruppo cuneese ha effettuato la completa esplorazione della cavità fra il 1968 ed il 1971.





numerossissime grotte, alcune delle quali di eccezionale profondità: allo stato attuale delle conoscenze esse risultano concentrate soprattutto sul versante italiano, dove raggiungono probabilmente la massima frequenza di tutte le Alpi Liguri. Se ne conoscono tutt'oggi oltre un centinaio, tutte a sviluppo verticale e sub-verticale.

Le cavità più importanti si aprono tutte oltre i 2.000 metri di quota; fra esse superano i 500 metri di profondità: l'Abisso Straldi (quota ingresso m 2.276 - profondità m 545), l'Abisso dei Perdus (ingresso m 2.228 - profondità m 539) e l'Abisso Cappa (ingresso m 2.154) che, con oltre 700 metri di dislivello, costituirebbe attualmente la grotta più profonda delle Alpi Liguri¹¹. Di profondità rilevante sono poi l'Aven Marcel (ingresso m 2.175 - profondità m 269), l'Abisso Tranchero (ingresso m 2.170 - profondità m 200), l'Abisso 8-5 (profondità m 152) e l'Abisso Scarasson (ingresso m 2.100 - profondità m 300?).

Tutte queste cavità presentano, a partire da una certa profondità, uno scorrimento di acque perenne alimentato dalla percolazione, ridotto a minuscoli rivoli nel pieno dell'estate. Il flusso è però assai rilevante allo scioglimento delle nevi quando la percolazione è molto abbondante ed alcune di tali grotte funzionano da inghiottitoi delle depressioni in cui si aprono, o di quelle circostanti.

L'andamento verticale (o sub-verticale) delle grotte dell'area corrisponde alla loro collocazione nella zona vadosa del massiccio, ove predominano condizioni di percolazione. Solo le maggiori cavità (Straldi, Perdus, Cappa) presentano, a forte profondità, estese gallerie orizzontali, attive o fossili, corrispondenti ad antichi scorrimenti

freatici. Tali gallerie, scavate inizialmente dalle acque sotto pressione, sono passate in condizioni vadose con l'abbassamento del livello di falda, ampliandosi in seguito per approfondimento gravitazionale e per opera dei fenomeni clastici.

L'Abisso dei Perdus e l'Abisso Cappa si sviluppano a breve distanza tra loro, seguendo l'andamento di una faglia avente direzione ovest-sud-ovest - est-nord-est, e probabilmente costituiscono un unico sistema sotterraneo, raccordato in profondità da un comune collettore.

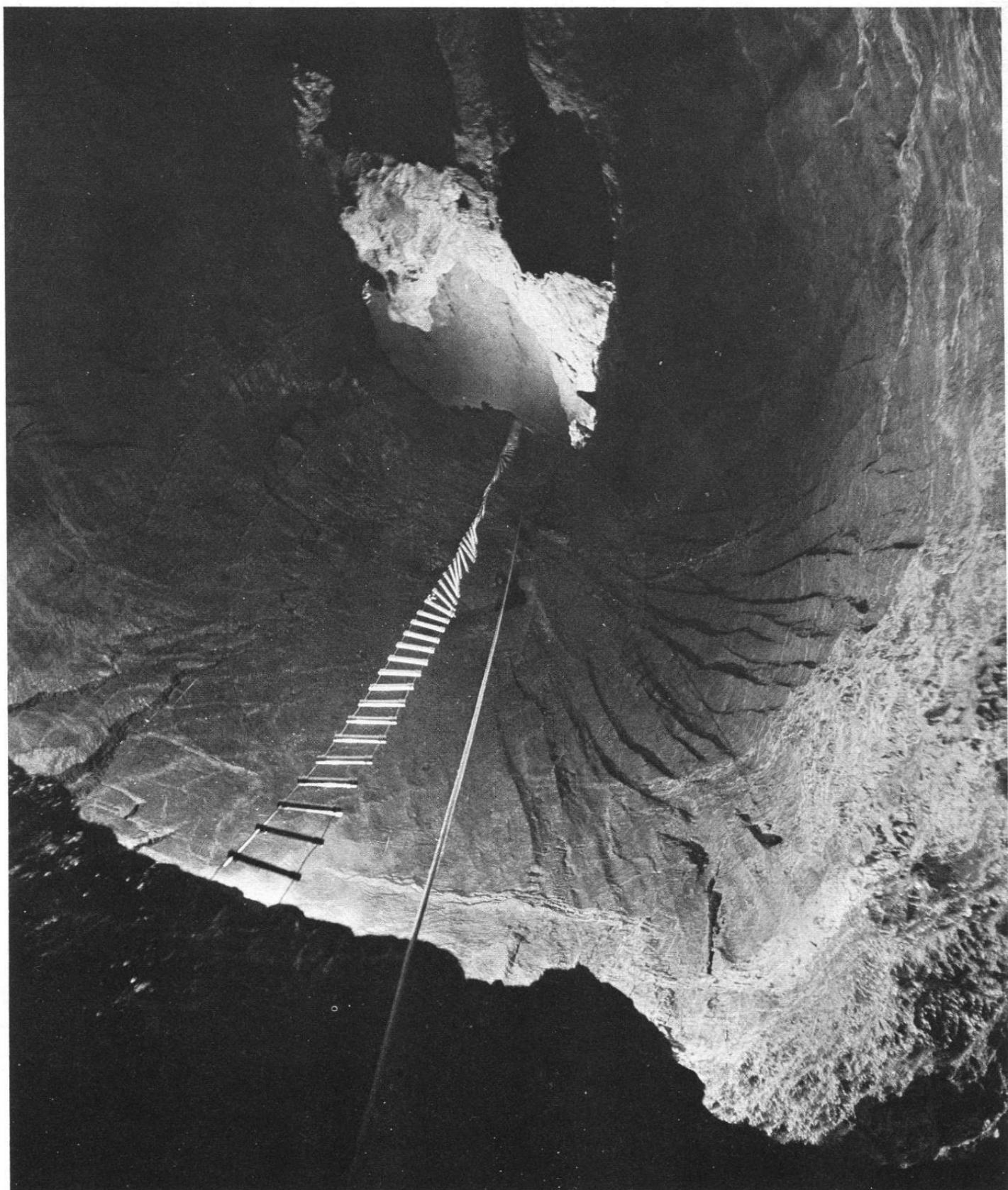
Le due cavità si aprono ad est del Bric dell'Omo, in un valloncello discendente dalla cresta spartiacque in direzione sud e situato un po' ad ovest della Punta Straldi. L'Abisso dei Perdus ha il suo ingresso a circa 200 metri dal confine francese¹². È scavato dapprima nei calcari scistosi; dopo una quarantina di metri prosegue però nei calcari compatti del Giurese.

Ciò determina un primo cambiamento nella morfologia della cavità. Questa presenta inizialmente sviluppo obliquo, correlato a un antico scorrimento in pendio delle acque incanalate: tale sviluppo, tipico del calcare cretaceo della zona, presenta un caratteristico profilo a scalinata derivante dal succedersi di tratti sub-orizzontali (ove le acque hanno seguito i piani di stratificazione) e tratti sub-verticali, originatisi lungo le diaclasi assai inclinate che intersecano i predetti giunti di stratificazione. A partire da quota - 40 lo sviluppo diviene verticale, ad opera dello scorrimento in tal senso delle acque già incanalate nei sovrastanti calcari scistosi, o percolanti in modo disperso direttamente dai lapiè di superficie (cfr. rilievo topografico).

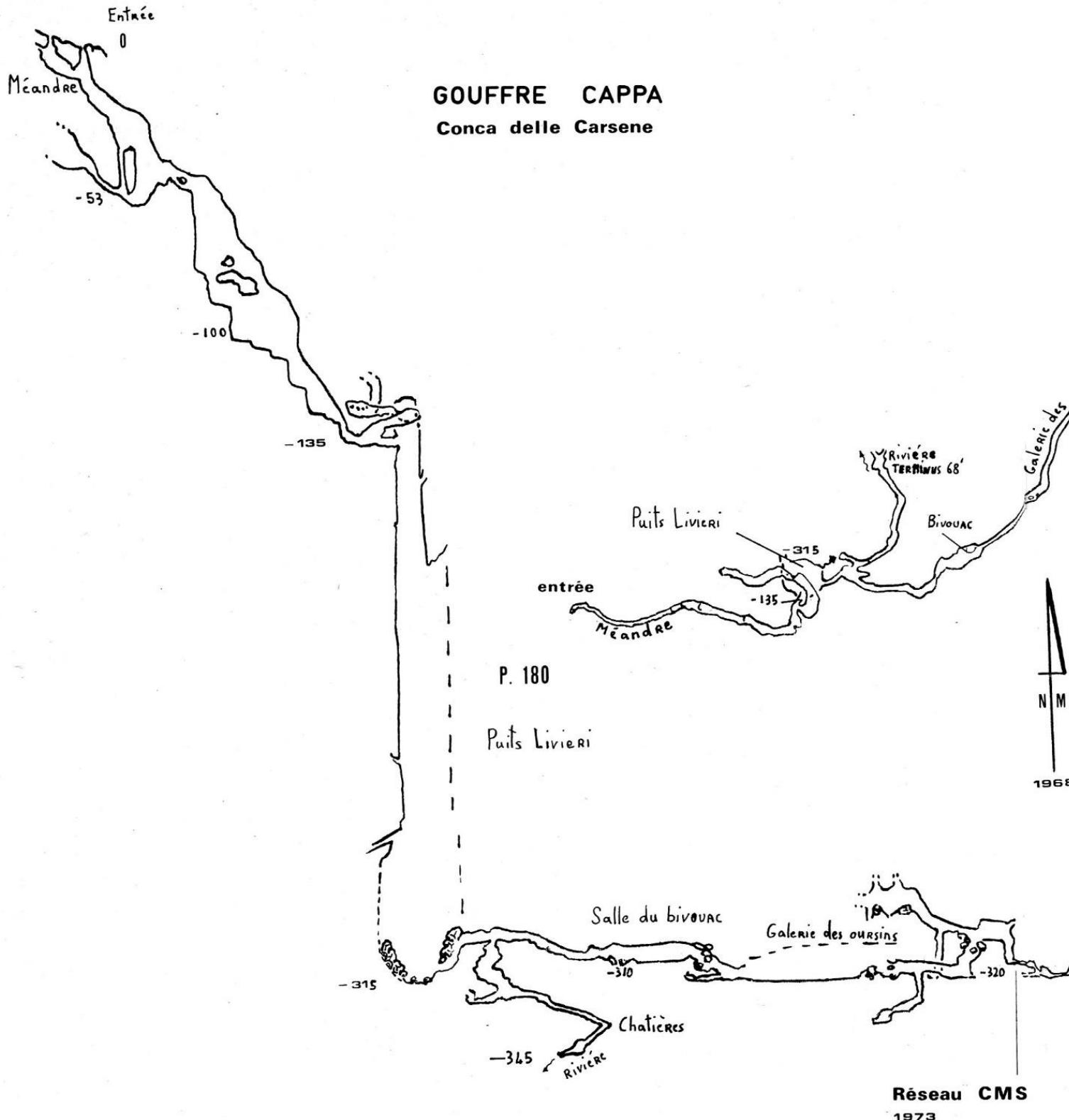
La prima parte della grotta è costituita da

11. La profondità indicata sarebbe stata raggiunta da speleologi di Tolone, durante un'esplorazione dell'autunno 1974 su cui mancano allo scrivente più precise notizie. Nella grotta, scoperta ed esplorata fino a quota - 345 dall'A.S.B.T.P. di Nizza nel 1968, hanno operato negli anni seguenti, oltre al citato gruppo, il G.S.A.M. di Cuneo, il C.M.S. di Nizza e lo Spéléo Club de Paris. Solo nell'autunno 1973 veniva trovato il proseguimento della cavità che, per fasi successive, è stata poi discesa fino alla profondità attualmente nota.

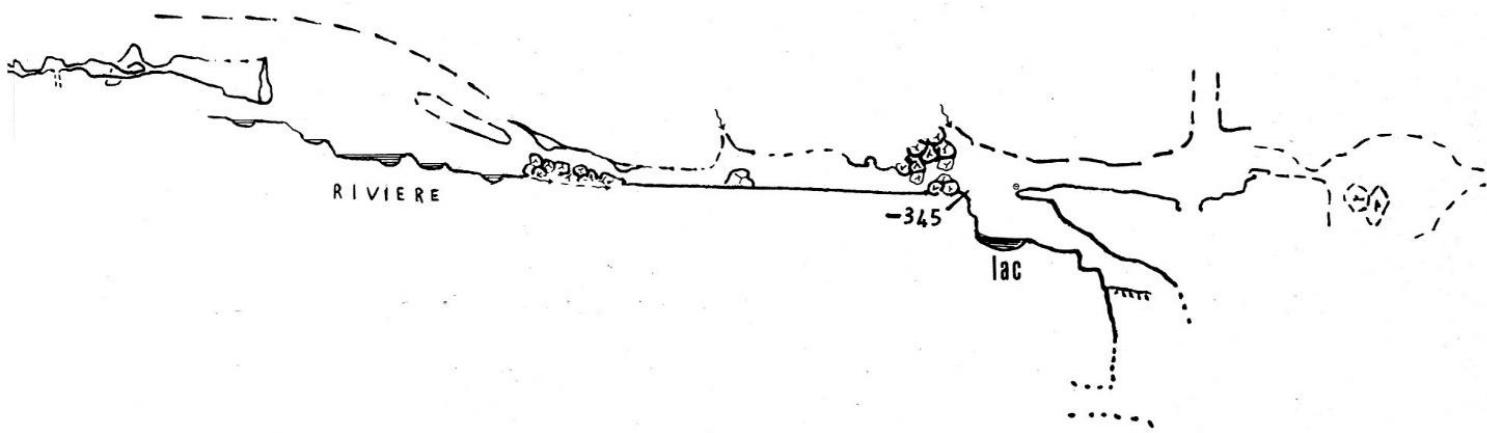
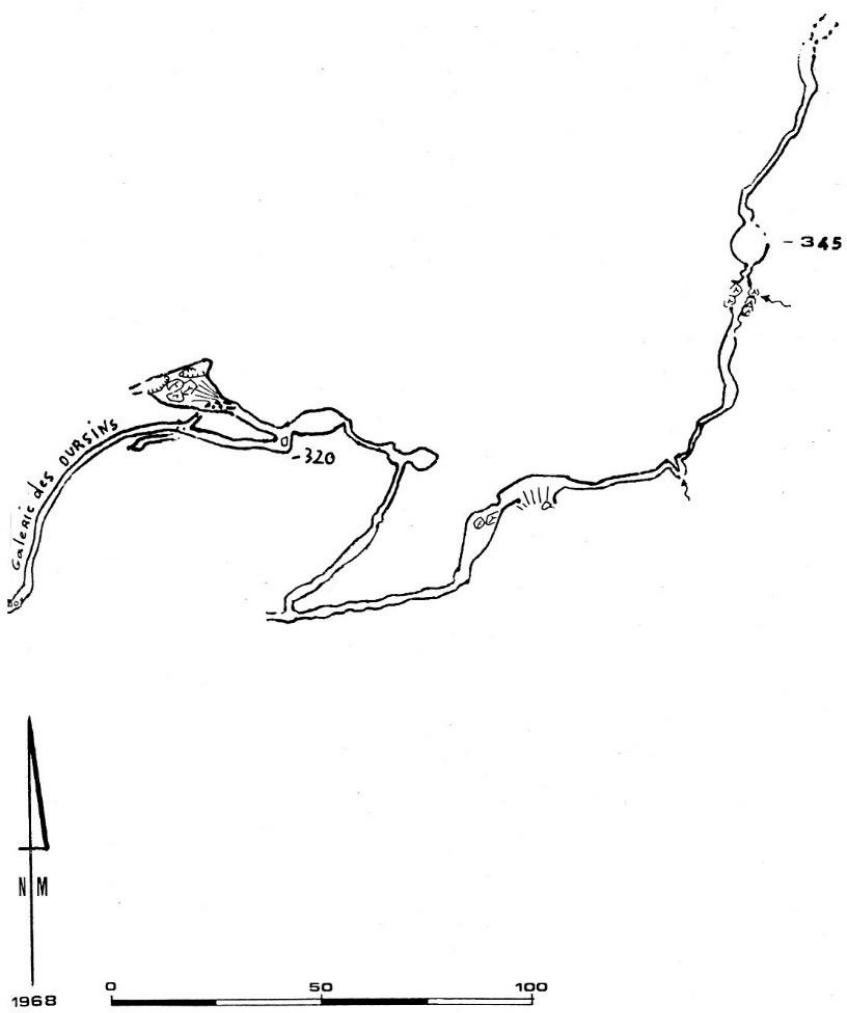
12. L'Abisso dei Perdus è stato scoperto ed esplorato fino a quota - 285 dal Club Martel, negli anni 1959-1960. Per lunghi anni è stato ritenuto chiuso a tale profondità. Solo nel 1973 il C.M.S. vi ha scoperto un proseguimento, discendendolo fino a quota - 400 c.a. Infine, nell'agosto 1974, una esplorazione effettuata in collaborazione fra il G.S.A.M. ed il G.S.P. ha portato al raggiungimento dell'attuale profondità (m 539), che non è detto sia da considerarsi definitiva.

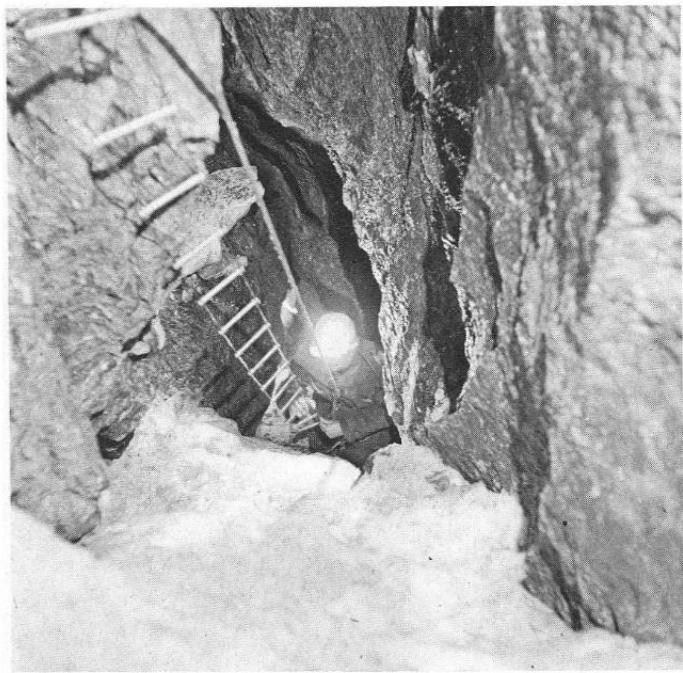


11 - Abisso Tranchero: il pozzo terminale.



Rilievo topografico del C.M.S.-Nizza.





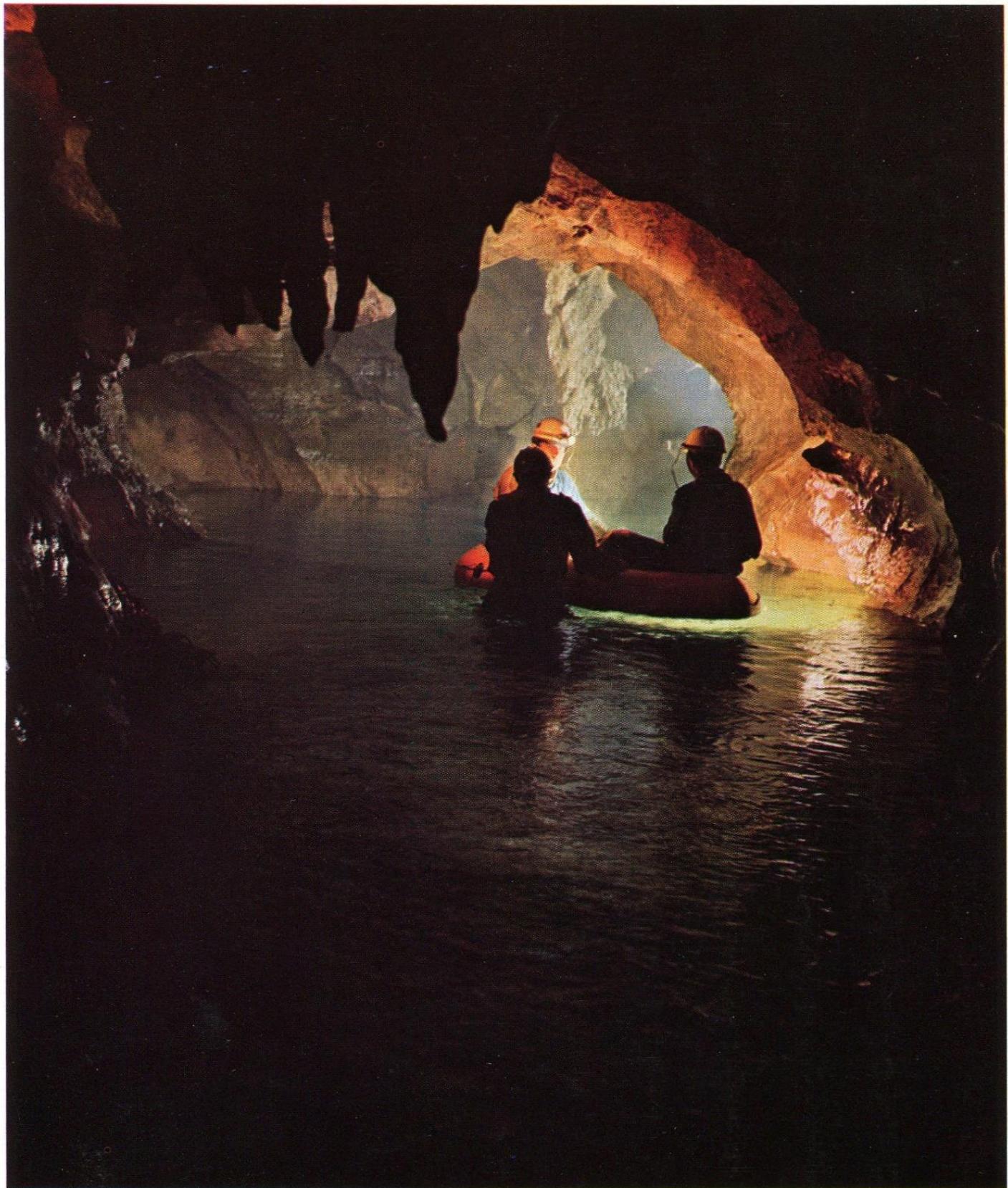
12 - Abisso 2/2: la neve permanente sul fondo (q. - 108). La cavità si apre poco a monte del Gias dell'Ortica.

una lunga successione di pozzi, terminante a 320 metri di profondità. A questo livello ha luogo uno scorrimento d'acqua apprezzabile. Poco più in basso si raggiunge un vasto cavernone (Sala degli affluenti; quota - 345 c.a.) in cui convergono diversi rami sub-orizzontali: fra essi una galleria di scorrimento, modicamente inclinata, con direttrice est-nord-est, e una lunga galleria fossile (m 135 c.a.), conservante nel soffitto la primitiva morfologia freatica, che segue, in senso opposto, la stessa direttrice. Tale galleria si restringe in un meandro impraticabile ed è quotata, alla sua estremità raggiungibile, metri - 335. Nella zona di incontro dei vari rami confluiscono tre ruscelli, dando luogo ad un torrentello di una certa consistenza. Oltre la zona di confluenza il collettore prosegue con modica pendenza, secondo una nuova direttrice (est-sud-est - ovest-nord-ovest), fino a quota - 400 circa. A questo punto la grotta torna ad assumere andamento sub-verticale, articolato in numerosi pozzi, brevi gallerie orizzontali e tratti in pendio.

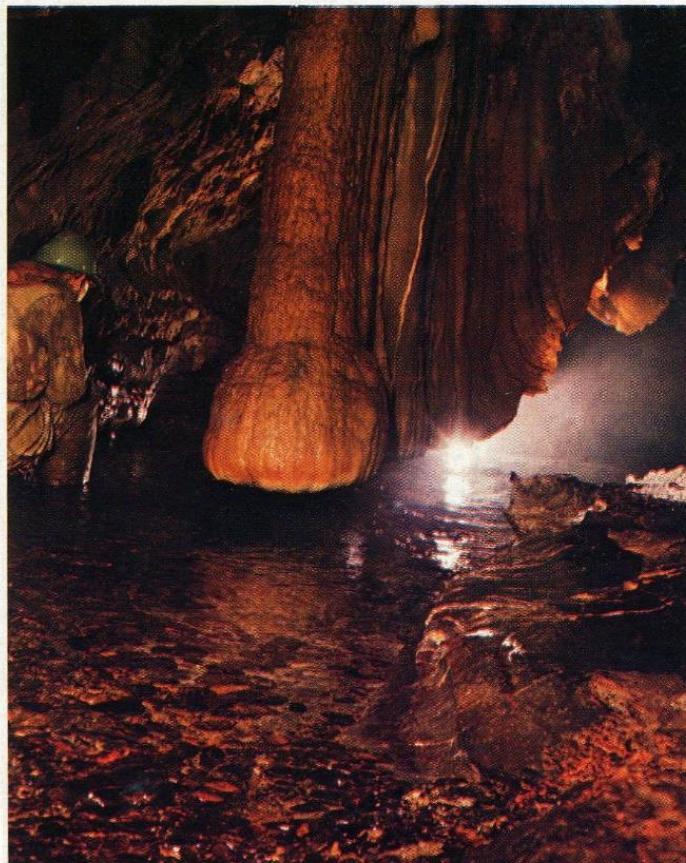
A quota - 460 circa il collettore cambia di nuovo direzione, riprendendo l'andamento verso est-nord-est.

In tal modo vengono raggiunti i 539 metri di profondità. A questa quota la cavità si restringe in fessure impraticabili, nelle quali è assorbito il torrente.

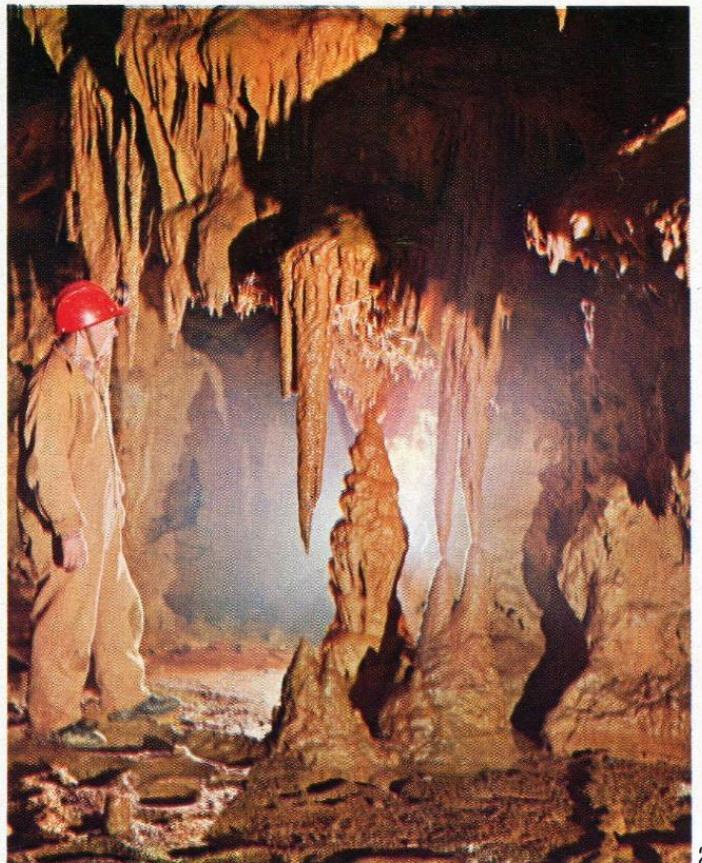
L'Abisso Cappa si apre 70 metri a valle del precedente e a circa 160 metri di distanza. Si sviluppa nei calcari giuresi, lungo la precipitata faglia, presentando inizialmente un andamento subverticale con direttrice ovest-est, articolato in pozzi e brevi pendii. A quota - 135 si apre una grandiosa voragine di 180 metri di profondità, costituente la maggior verticale delle Alpi Liguri. In questa si riversano le acque di un torrentello che raggiunge la grotta a quota - 135, provenendo da un ramo laterale (cfr. rilievo topografico). Dal fondo del grande pozzo (quota - 315) la grotta prosegue con un lungo ramo fossile (m 190 c.a.), a complesso sviluppo sub-orizzontale, avente direttrice est-nord-est. In esso si ritrovano delle belle concrezioni di aragonite a forma di riccio di mare (Galerie des Oursins); tali concrezioni, sicuramente antichissime, appaiono fortemente erose ed arrotondate e sono uniche o quasi nel Massiccio del Marguareis (altre concrezioni aragonitiche pare siano state ritrovate nello scorso agosto nel sistema di Piaggia Bella, nella zona di congiunzione con l'Abisso Solai). In una ramificazione collaterale (Méandre de Chienlit) sono poi reperibili delle stalattiti eccentriche, anch'esse, eccezionali per il Marguareis (finora note soltanto nell'Abisso del Solai). La presenza di tali concrezioni è indice di una genesi molto antica di questa parte della grotta, risalente forse al terziario o comunque ad un'epoca in cui il clima delle grotte del Marguareis era assai più caldo dell'attuale. A quota - 320 la galleria raggiunge un nuovo ramo percorso da un torrente, anch'esso a decorso suborizzontale. La nuova galleria ha direttrice dapprima est-nord-est e successivamente nord-nord-est; dopo circa 200 metri presenta un allargamento dal quale si dirama un nuovo sviluppo in notevole pendenza, articolato in una serie di pozzi. Viene così raggiunta una profondità di circa 400 metri. Non è noto allo scrivente l'ulteriore sviluppo della grotta che, tuttavia, dovrebbe presentare ancora



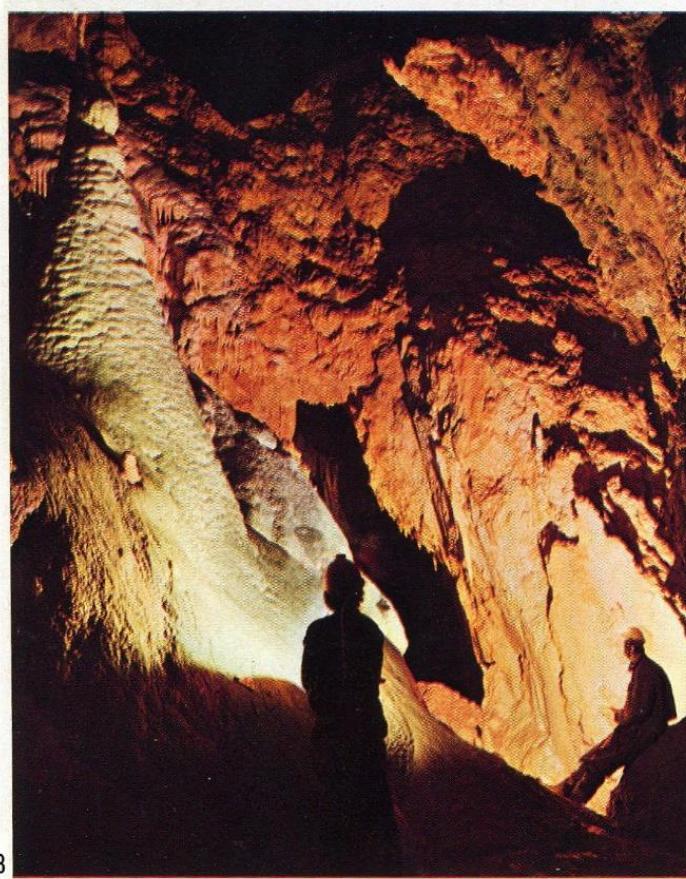
Grotta di Bossea: il Lago Loser.



1



2



3

1 - Grotta di Rio Martino, ramo superiore: il Pié d'Elefante.

2 - Grotta del Caudano: la Sala Verne.

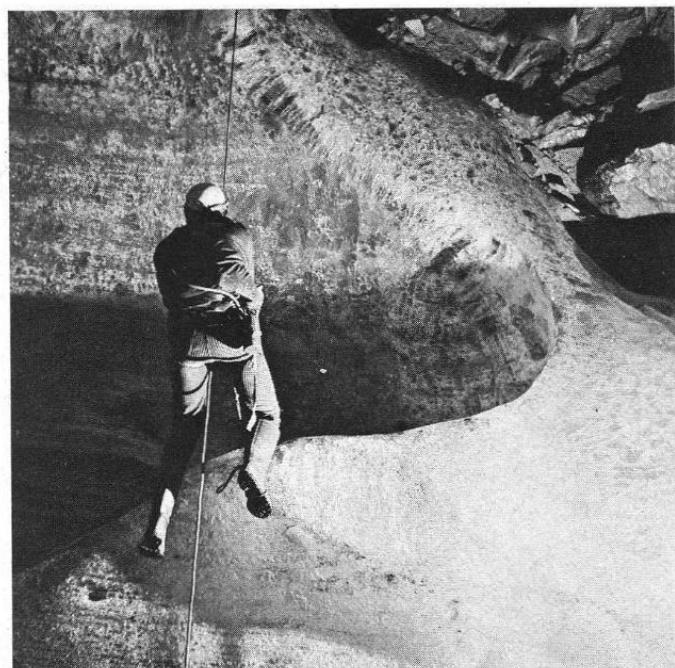
3 - Tana del Forno: la Sala Cuneo.

verticali notevoli, per il raggiungimento dei 700 metri indicati.

Dalla base del grande pozzo il torrente che percorre la parte superiore della grotta scende invece in direzione nord, lungo una galleria piuttosto inclinata che viene probabilmente del tutto allagata in periodo di piena. Il corso d'acqua si perde in frana a quota — 345.

L'esame dei rilievi delle cavità testé descritte dà luogo ad alcune considerazioni. Le due grotte hanno i loro sviluppi più significativi orientati nella stessa direzione e seguenti una faglia principale che, con altre collaterali, si estende da est-nord-est ad ovest-sud-ovest. Discendendo in profondità tali sviluppi si approssimano, in corrispondenza del primo livello di rami orizzontali, raggiungendo il punto di massima vicinanza a quota m 1.890 circa; a tale livello l'estremo punto praticabile della galleria fossile dei Perdus (quota — 335) dista solo 120 metri dall'imbocco di un cunicolo inesplorato che si apre nella parete ovest del grande pozzo del Cappa (quota — 265), in corrispondenza di una faglia verticale interessante la zona più bassa della parete stessa e orientata, a quanto sembra, in direzione nord-ovest-sud-est (cfr. rilievi topografici e cartina: *Complesso sotterraneo della Conca delle Carsene*). Più a valle gli sviluppi delle due cavità si allontanano nuovamente, sempre più distanziandosi con l'aumento della profondità. La possibilità del reperimento di un collegamento accessibile sembra perciò farsi meno consistente, procedendo verso il basso, anche se un incontro fra le due grotte, a grande profondità, è da ritenersi probabile: le acque dei Perdus, seguendo l'andamento della grande faglia, dovrebbero infatti confluire, ad un certo livello, con quelle del Cappa.

La possibilità di ritrovare un collegamento sembrerebbe pertanto maggiore al livello delle gallerie orizzontali. Secondo un'ipotesi di Claude Fighiera uno scorrimento di acque sotto pressione avrebbe avuto luogo, dal Cappa verso i Perdus, quando il livello della falda freatica si trovava al di sopra di questa zona del massiccio, tramite la citata galleria fossile di quest'ultima cavità ed il suo



13 - Abisso Scarason: il ghiacciaio sotterraneo.

proseguimento attualmente impraticabile. Ciò sembrerebbe provato dal netto orientamento di tale galleria in direzione del Cappa, dalla coincidenza delle quote e dall'evidenza della antica morfologia freatica, ora parzialmente modificata dall'approfondimento gravitazionale.

Lo scorrimento delle acque avrebbe dunque avuto luogo, in epoca remota, in senso contrario a quello in cui sembra avvenire attualmente. Si può pertanto ipotizzare che a questo livello del massiccio esistesse, in origine, un'unica cavità, costituita essenzialmente da un collettore freatico in cui confluivano alcuni condotti secondari.

Altre ipotesi possono, d'altro canto, essere avanzate in merito alla antica morfologia della grotta.

In ogni caso è da ritenere che le maggiori probabilità di ritrovare un collegamento accessibile si abbiano nella zona delle gallerie, anche se non è da escludere la possibilità di reperire ulteriori proseguimenti nelle zone più profonde delle due cavità.

A quest'ultimo proposito va tuttavia osservato che nell'abisso Cappa sembrano praticamente esaurite le possibilità di prosecuzione verso il basso. Infatti la quota che risulta raggiunta dagli speleologi tolonesi

(m 1.450 c.a.) è ormai vicinissima al livello di risorgenza delle acque delle Carsene (Sorgente Superiore del Pesio, m 1.426): poco più sotto si incontrerebbero dunque le gallerie in condizioni freatiche (e quindi totalmente allagate) che impedirebbero ogni ulteriore progresso.

Dall'esame dei rispettivi sviluppi si osserva invece come l'Abisso Cappa tenda a confluire con la direttrice del collettore Piano Ambrogi-Abisso Straldi, a nord di quest'ultima cavità.

È perciò ipotizzabile una fusione dei due collettori in un unico condotto (ancora nella zona vadosa), che potrebbe essere già stato raggiunto durante l'esplorazione degli speleologi tolonesi. In tal caso potrebbero presentarsi possibilità di congiungimento fra il Cappa e l'Abisso Straldi, tramite la risalita del collettore di quest'ultimo.

I futuri tentativi di proseguimento, nel Cappa, andranno dunque effettuati verso l'alto, seguendo gli sviluppi secondari finora trascurati e, in specie, ricercando collegamenti praticabili con i Perdus e con lo Straldi. In particolare il ritrovamento di un accordo con quest'ultima cavità consentirebbe di accettare l'esistenza di un complesso sotterraneo di qualche chilometro di lunghezza e di quasi 850 metri di profondità.

Notevole interesse presenta anche l'Abisso Tranchero, aperto a brevissima distanza dal Cappa (30 m circa), ma apparentemente senza alcuna relazione con esso. Il fondo di questa voragine è occupato da un lago piuttosto profondo, probabilmente formato per raccolta dell'acqua di percolazione su un fondo impermeabilizzato da materiali clastici ed alluvionali. Il lago non risulta comunicare con alcun sistema idrico circonstante e costituisce, con tutta probabilità una falda sospesa.

Di grande interesse è poi l'Abisso Scarason che si apre ai piedi delle rocce omonime. La cavità è articolata in due diramazioni subverticali: la meno profonda (m 131) ter-

mina in un grande ghiacciaio di cui non si conosce l'esatta estensione. Il lieve movimento della massa osservato da un'estate all'altra ha indotto a ritenere che il ghiacciaio non costituisca un residuo fossile, ma venga alimentato da qualche pozzo a neve della zona, sciogliendosi nello stesso tempo sul fronte a valle¹³.

Sul versante meridionale delle Carsene le grotte più importanti sono l'Abisso di Castel Frippi (profondità m 90), l'Abisso Navela (m 125), il Trou Souffleur (m 388) ed il Gouffre Noel (m 82). Gli ultimi tre sono ubicati in Regione Navela, a breve distanza dal Colle dei Signori.

Il versante sud del Marguareis

Di questa e delle seguenti aree del settore, ci limiteremo ad esporre, per le ragioni anzidette, alcuni dati riassuntivi.

Sul versante sud del Marguareis, in prossimità del Colle dei Signori, si aprono fra altre minori due profonde cavità: l'Abisso Saracco (m 507) e l'Abisso Volante (m 339). Le due grotte, situate in vicinanza del confine francese, sono tributarie idrologiche del sistema sotterraneo Piaggia Bella-Fascette che ha il suo sbocco nella Valle del Negrone (colorazioni del G.S.P. del 1965-1966). Ciò prova l'appartenenza del versante sud del Marguareis al bacino di alimentazione di questo collettore e, più lateralmente, del Rio Negrone.

La regione del Colle del Pas (Vallone di Piaggia Bella)

La regione in oggetto è attualmente la più importante delle Alpi Liguri; si estende, in senso ovest-est, fra le pendici orientali del Marguareis e le Cime di Pian Balaur; in senso nord-sud, fra il Colle del Pas ed il Passo delle Mastrelle. Vi si aprono numerose grotte; le cavità più importanti sono l'Abisso Gaché e il sistema di Piaggia Bella, costituente uno dei maggiori complessi carsici italiani.

sembra si abbia una temperatura costante di 0 °C. Ciò troverebbe ulteriore conferma nel mancato ritrovamento di pozzi a neve nella zona superficiale circostante l'ingresso della cavità.

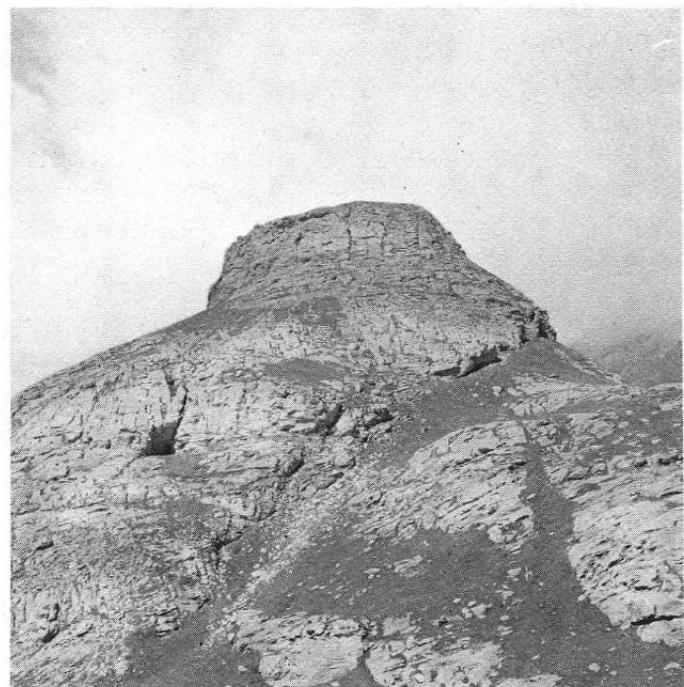
Notevole importanza presentano poi gli Abissi del Solai (m 260), dei Piedi Secchi (m 220), Deneb (m 220) e la Gola del Visconte (m 242), tutti probabilmente appartenenti al sistema di Piaggia Bella e forse presentanti un collegamento percorribile con esso.

L'Abisso Gaché si apre a 2.513 metri di quota, sul monte di Pian Balaour. È profondo 558 metri e costituito da una serie di altissimi pozzi (fino a 127 metri). Le sue acque riaffiorano alla luce nel Piscio dell'Ellero (Valle omonima). Secondo una recente ipotesi degli speleologi francesi una parte di esse (la più profonda) raggiungerebbe però la Grotta di Piaggia Bella, con cui potrebbe esistere, al limite, anche un collegamento praticabile dall'uomo.

Il complesso di Piaggia Bella è costituito dalla Voragine di Caracas (o Chiesa di Bac), dalla Grotta Jean Noir e dalla Carsena di Piaggia Bella. Le tre cavità si aprono nel Vallone di Piaggia Bella rispettivamente a 2.299, 2.201 e 2.157 metri di altezza e si incontrano a quote differenti, dando luogo ad un grandioso sistema di 689 metri di profondità e circa 12 chilometri di sviluppo (una fra le massime lunghezze italiane). La Grotta presenta estesissime ramificazioni ed è percorsa da diversi torrenti che confluiscono nella sua parte inferiore in un unico corso d'acqua inghiottito da un sifone al termine della cavità. La risorgenza del sistema (denominata la Foce) è situata nella Gola delle Fascatte, a valle di Upega. Il collettore raccoglie lungo il suo percorso, oltre alle acque del Vallone di Piaggia Bella, quelle del versante sud del Marguareis, del Vallone dei Maestri e della dorsale del Ferà ¹⁴.

La Valle del Negrone

Nel suddetto collettore il tratto più prossimo alla risorgiva è raggiungibile, in alcuni punti, attraverso l'Arma del Lupo, che si apre a 1.217 metri di quota nella Gola delle



14 - Vallone di Piaggia Bella: l'ingresso della Grotta di Caracas (o Chiesa di Bac). La cavità costituisce l'antico condotto di scarico di un inghiottitoio, successivamente decapitato della sua parte sommitale dalla erosione glaciale che ne ha asportato il bacino di alimentazione, rendendolo inattivo. Il cocuzzolo sovrastante l'ingresso della grotta costituisce attualmente l'unico residuo di tale bacino.

Fascette poco più in alto della risorgenza della Foce. La grotta ha 2.290 metri di lunghezza. È impostata su una frattura obliqua avente direzione est-sud-est - ovest-nord-ovest; ha andamento sub-orizzontale, articolato in più rami a decorso sub-parallelo, intersecati a rete da altri minori. Il collettore di Piaggia Bella si è sviluppato nella sua parte inferiore in condizioni di carso profondo; l'Arma del Lupo, che ne costituiva un tempo la parte terminale (successivamente abbandonata dalle acque per la migrazione a valle della risorgenza), presenta un'interessante morfologia a tubi freatici, costituiti da gallerie a sezione circolare od ellittica, rimasti a tutt'oggi praticamente intatti per l'eccezionale compattezza della roccia (assenza di processi clastici).

oltre 13 chilometri (prima o seconda lunghezza italiana).

14. Nello scorso agosto il G.S.P. ha reperito il collegamento fra l'Abisso Solai e Piaggia Bella, portando così la lunghezza complessiva del sistema ad

La zona attiva del collettore viene raggiunta, nei suoi livelli più elevati, in corrispondenza di alcuni laghetti e di un torrente che si incontra nella parte più interna della cavità. Nella Valle del Negrone riveste infine grande importanza la Grotta delle Vene, situata a nord-ovest di Viozene. La cavità, costituisce il tratto terminale di un collettore delle acque del massiccio del Mongioie, recentemente abbandonato per lo spostamento a valle della risorgiva; ha sviluppo complessivo di quasi 3.000 metri, sub-orizzontale, pur esso articolato in una complessa rete di cunicoli. L'antica morfologia a tubi freatici è stata in parte modificata da una successiva circolazione in condizioni vadose, con approfondimento gravitazionale delle gallerie ed assunzione della sezione a forra. L'odierno livello delle acque del collettore è segnato da due laghetti sifonanti ubicati all'estremità della grotta.

La Valle Corsaglia

La Val Corsaglia presenta particolare interesse nelle Alpi Liguri, come sede di due grandiosi fenomeni ipogei: la Grotta della Mottera e la Grotta di Bossea. Quest'ultima in particolare per le sue dimensioni ambientali costituisce una delle grotte italiane più imponenti.

La valle in oggetto è interessata dalla presenza d'importanti formazioni carsiche nel suo settore medio-alto (da Bossea alla Colla dei Termini). I terreni calcarei, estesi per tutta la lunghezza del bacino, sono suddivisi in due zone distinte (settentrionale e meridionale) dall'interposizione di masse porfiroidi e quarzitiche: la prima grosso modo compresa fra la latitudine di Bossea e quella di Mottoni, la seconda fra la latitudine di Borello e quella della Colla dei Termini (cfr. Carta d'Italia 1:100.000 I.G.M. - Foglio 91 Boves e, in particolare, le tavolette 1:25.000 I nord-ovest, I nord-

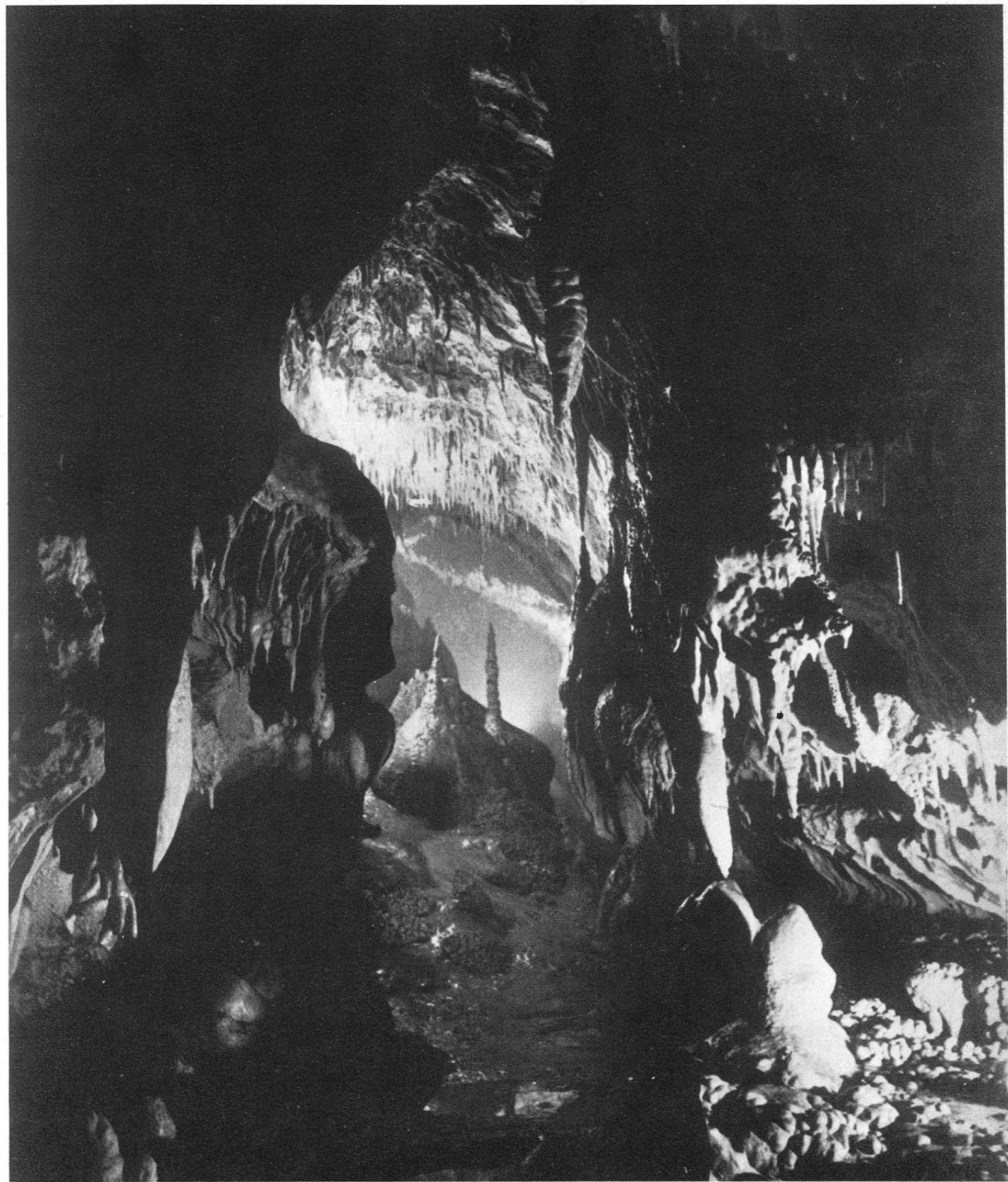
15. Il Foglio 91 della Carta geologica d'Italia non coincide nei particolari, per la zona Bossea-Colle del Prel, con la presente descrizione, in specie per l'errata attribuzione al periodo triassico (Trias a facies mista del Franchi) dei calcari marmorei giuresi e dei calcari scistosi cretaceo-eocenici, solo re-

est, I sud-ovest, I sud-est).

La zona meridionale comprende, sulla sinistra idrografica, il settore sud-orientale del massiccio calcareo del Mondolè (Monte Fantino, Pian Camozzera, il Castellazzo, ecc.) e, sulla sinistra idrografica, una parte della fascia di terreni carsici che dal massiccio in oggetto si estende in direzione est-sud-est fino alla Valle Tanaro. Le rocce carsogene, costituite da calcari giuresi, calcari scistosi cretaceo-eocenici e calcari e dolomie triassici, sono delimitate a nord e a sud dai porfiroidi e dalle quarziti. In quest'area si apre la Grotta della Mottera. La cavità ha il suo ingresso nel Vallone di Sottocrosa, in prossimità della Cima Verzera, a 1.300 metri di quota. È scavata nei calcari giuresi, al contatto con i porfiroidi permiani. Ha sviluppo sub-orizzontale con 1.600 metri di lunghezza e circa 90 metri di dislivello. È percorsa da un torrente, originato da una perdita alveare del Rio degli Stanti (alpe omonima), che presenta una complessa risorgenza articolata in varie difluenze. Il corso d'acqua da luogo in diversi punti a suggestivi laghi e cascate. La grotta è stata esplorata per la prima volta nel 1961, dal G.S.P. Il gruppo torinese vi ha proseguito le operazioni fino al 1964, arrestandosi ai piedi di una cascata di 20 metri di altezza costituente tuttora un ostacolo insuperato.

La zona carsica settentrionale è a sua volta una propaggine del massiccio calcareo del Mondolè: non più larga di un chilometro, si estende dal Colle del Prel alla sommità dello spartiacque Corsaglia-Casotto (Colle Novonera), intersecando quasi ortogonalmente la direttrice di sviluppo della valle. In questa formazione, rinserrata a sud fra i porfiroidi permiani ed a nord fra le quarziti bianche del Permiano-Trias inferiore, si alternano calcari marmorei giuresi, scisti calcarei cretaceo-eocenici, calcari e dolomie triassici¹⁵. La struttura tettonica della zona

centemente riconosciuta [cfr. VANOSSI M., *Analisi stratigrafico-strutturale della zona fra le alte valli del Casotto e dell'Ellero (Alpi Marittime)*, Atti dell'Istituto Geologico dell'Università di Pavia, vol. XXIV, Pavia 1974, pagg. 50-58].



15 - Grotta di Bossea: Gallerie del Paradiso.

è molto complessa: una serie di pieghe e scaglie, originariamente vergenti a sud e successivamente in parte rovesciate, è disposta in complicata successione. La zona, fortemente compressa, è interessata da un insieme di faglie sub-verticali che hanno dato luogo a notevoli dislocazioni e presenta vaste zone cataclastiche. Le linee di faglia presentano alcune principali direzioni che permettono di raggrupparle in due sistemi: il primo, longitudinale, a direzione ovest-nord-ovest - est-sud-est comprendente le più estese ed importanti linee di dislocazione; il secondo, trasversale, a direzioni comprese fra nord-nord-ovest - sud-sud-est e nord-nord-est - sud-sud-ovest, raggruppante in genere faglie più brevi. La disposizione dei terreni è spesso parallela o sub-parallela al sistema longitudinale: si ha in tal modo un insieme di fasce alternanti, quasi sempre in contatto tettonico con quelle adiacenti. Si evidenzia perciò nella zona una direttrice tettonica dominante ovest-nord-ovest - est-sud-est, che si ritrova puntualmente nell'orientamento dei diversi rami della Grotta di Bossea.

La Grotta di Bossea

La cavità si apre a 836 metri di quota, sul versante occidentale della vallata, in località omonima. Si sviluppa con direzione est-sud-est - ovest-nord-ovest in una complessa zona di scaglie calcaree; le scaglie hanno ristretta estensione areale (la larghezza dell'affioramento calcareo sulla costa sovrastante la grotta non è infatti superiore ai 200-300 metri) e sono pizzicate fra porfiriodi permiani, quarziti e conglomerati quarzosi, dolomie e scisti cretaceo-eocenici, che affiorano in diversi punti della grotta.

La cavità è lunga 1.940 metri e presenta forte dislivello ascendente (217 m). Le imponenti dimensioni ambientali, un imponente corso d'acqua, pittoreschi laghi e cascate le conferiscono, con lo splendido concrezionamento, grande suggestività e bellezza. Costituisce fra l'altro una delle principali grotte turistiche italiane ed è visitata ogni anno da un gran numero di persone provenienti da ogni regione d'Italia. Nella grotta ha sede, dal 1970, una stazione

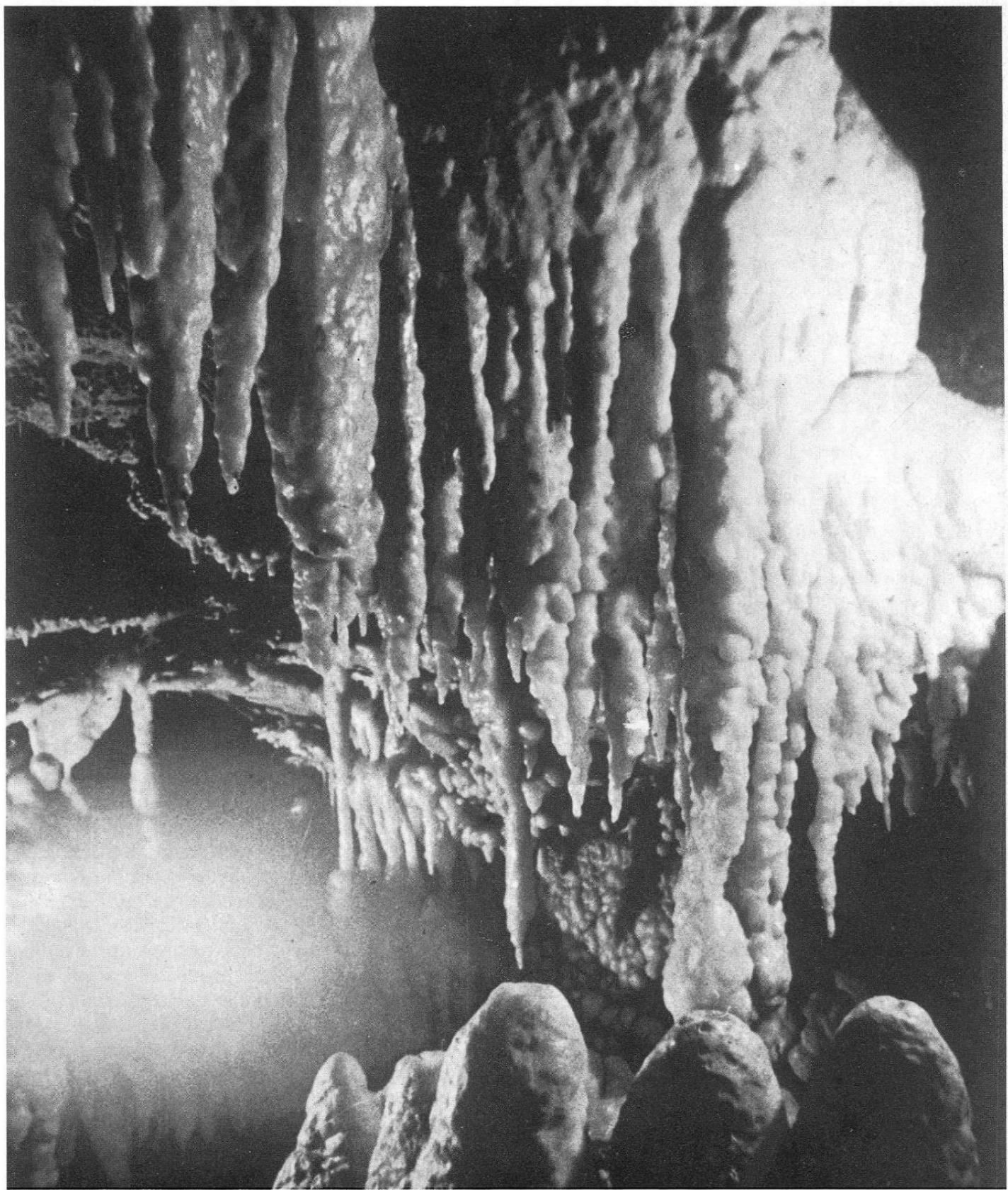
scientifica del G.S.A.M., attrezzata per lo studio dei fenomeni fisici e biologici del sottosuolo carsico. L'installazione si articola in un laboratorio biologico e in una stazione idrologica e meteorologica. Nel primo sono svolte ricerche sulla flora e sulla fauna dell'ambiente ipogeo. Nella seconda sono oggetto di studio il regime del torrente interno, le condizioni climatiche della grotta e i complessi rapporti di interdipendenza intercorrenti fra le variazioni di questi parametri.

Notizie storiche. La prima esplorazione della grotta fu effettuata intorno al 1850 da una squadra di valligiani, guidati da D. Mora di Bossea, che si spinse fino al lago poi denominato di Ernestina, cioè fino al termine del ramo inferiore. La fama delle bellezze della grotta si diffuse ben presto ed essa cominciò ad essere visitata anche da forestieri, attirando altresì l'attenzione degli studiosi di scienze naturali.

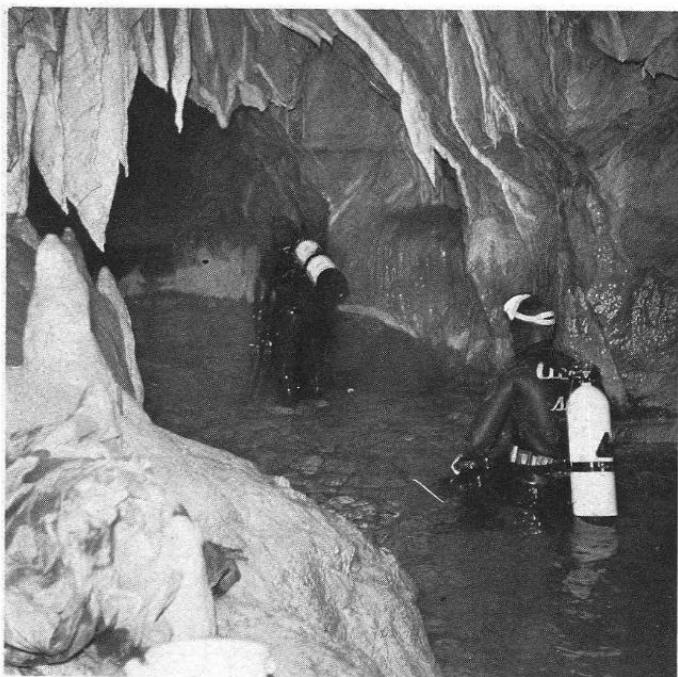
I primi scavi paleontologici vi furono effettuati, nel 1875, da B. Gastaldi e dal prof. Don Carlo Bruno, naturalista e geologo di Mondovì, che eseguì anche il primo rilievo topografico del ramo inferiore della cavità. Nel 1873 la grotta fu data in concessione alla Società di Bossea, fondata dal sen. G. Garelli di Mondovì, che la sottrasse agli atti di vandalismo di cui era frattanto stata oggetto e ne curò la valorizzazione turistica. L'apertura al pubblico ebbe luogo il 2 agosto del 1874 e per alcuni lustri la cavità godette di notevole rinomanza e fu assai frequentata.

Nel 1875 il prof. Don Bruno vi effettuò una nuova spedizione riuscendo a raggiungere, per la prima volta, il ramo superiore, percorrendolo, a quanto sembra, fino ai laghi d'origine del torrente. Le esplorazioni conobbero in seguito un lungo periodo di stasi e solo nel 1920 fu raggiunto una seconda volta il ramo superiore.

Dopo lo scioglimento della Società di Bossea, avvenuto nel 1905, la grotta conobbe, anche sotto l'aspetto turistico, un periodo di quasi completo oblio. Affidata alla gestione di persone locali continuò ad essere visitata saltuariamente ed in modo molto sommario fino alla seconda guerra mon-



16 - Grotta di Bossea: speleoplasma (Galleria delle Meraviglie).



17 - Grotta di Bossea: il torrente all'uscita del Lago Loser.

diale. Nel 1948 fu infine data in concessione alla Società S.I.C.A.V., che provvide nuovamente alla sua valorizzazione turistica e vi installò un moderno impianto di illuminazione.

Nel 1948 ripresero con vigore anche le esplorazioni: le spedizioni Loser e Muratore percorsero buona parte del ramo superiore, raggiungendo i rami fossili più elevati ed effettuando documentazioni fotografiche e topografiche. Nel 1949 una spedizione del C.N.R., guidata dal prof. Capello, dell'Università di Torino, scoprì una nuova serie di gallerie fossili (Gallerie del Paradiso) ed effettuò lo studio geo-idrologico ed il completo rilievo topografico della cavità.

L'esplorazione ed il rilievo degli ultimi rami fossili furono completati dal Gruppo Grotte Milano e dal Gruppo Speleologico Piemontese.

Nel 1969 il Gruppo Speleologico Alpi Marittime iniziò la sistematica esplorazione del complesso sistema di sifoni da cui ha origine il torrente della grotta, scoprendo oltre 200 metri di grandiose gallerie sommerse ed un nuovo ambiente subaereo splendidamente concrezionato (Sala dei Cristalli).

Morfologia della grotta. La formazione della grotta è avvenuta per l'allargamento, ad opera del torrente ipogeo, di alcune fratture allineate in direzione est-sud-est - ovest-nord-ovest. All'azione dissolvente ed erosiva delle acque si è poi aggiunta quella dei fenomeni clastici determinanti dall'intensa fessurazione della massa calcarea e dalla forte percolazione.

La grotta è costituita da un ramo principale, percorso dal torrente, e da numerose gallerie fossili. Il tronco principale è convenzionalmente diviso in due sezioni con differenti caratteristiche morfologiche, denominate rispettivamente ramo superiore e ramo inferiore. Quest'ultimo è la parte più grandiosa della cavità e la sola attrezzata per la visita turistica.

Il ramo inferiore è costituito da una serie di enormi saloni (fino a m 100×50) che sfiorano a tratti i 40 metri di altezza. Ha una lunghezza di mezzo chilometro e sviluppo ascendente assai pronunciato (120 m di dislivello). Il torrente vi scorre impetuoso formando diverse cascate che precipitano con fragore assordante. Vi si accede dall'esterno tramite un tortuoso e basso cunicolo lungo circa 120 metri (cfr. rilievo topografico fuori testo).

La galleria d'accesso costituisce l'antichissimo alveo del torrente, che un tempo riaffiorava alla luce tramite questa via. Il corso d'acqua trovò in seguito più basse vie di deflusso con l'approfondimento del letto del Corsaglia e con il procedere dell'azione di dissoluzione delle rocce calcaree.

Il cunicolo d'accesso, al tempo della prima esplorazione, era quasi totalmente ostruito dai materiali di sedimentazione e dalle concrezioni, e dovette essere sgomberato con parecchio lavoro, fino ad ottenere un passaggio sufficiente.

La galleria sbuca improvvisamente nel primo dei grandi saloni del ramo inferiore: sul fondo il torrente è inghiottito da una fessura intasata da massi e, tramite un condotto di recente formazione, affiora alla luce nel letto del Corsaglia. L'alveo può essere raggiunto a valle dell'ostruzione, attraverso una galleria fossile, e percorso

per una cinquantina di metri. Si tratta di un cunicolo molto stretto ove l'acqua in condizioni di piena scorre in condotta forzata.

Al primo salone fanno seguito altri grandiosi ambienti il cui pavimento è costituito da ingenti ammassi di frana, originati dai suaccennati fenomeni clastici: crolli di pareti (con sviluppo laterale) e crolli di soffitti e setti divisorii di gallerie sovrapposte (con sviluppo verticale).

In questa parte della grotta il forte dislivello e l'intensa fessurazione della massa calcarea hanno dato luogo ad un'azione prevalentemente erosiva ed abrasiva delle acque correnti.

La situazione cambia nel ramo superiore, dove l'affioramento di conglomerati permiani impermeabili ha impedito l'abbassamento a monte del letto torrentizio, dando luogo ad uno sviluppo orizzontale con la caratteristica morfologia a canyon: la galleria assume sezione assai alta (in certi punti prossima ai 40 metri) e solitamente ristretta (2-3 metri). Lo scorrimento delle acque diviene lento e tranquillo ed un silenzio solenne, rotto a tratti dallo stillicidio, subentra nella cavità.

Il canyon ha una lunghezza di circa 350 metri. Segue nel complesso una grande e profonda frattura avente diretrice est-ovest. È adorno, nella maggior parte del suo sviluppo, di bellissime concrezioni.

Al termine del canyon si trovano due laghi contigui: il Lago Loser ed il Lago Muratore. Dal secondo scaturiscono, tramite un sifone, le acque del torrente. Qui ha termine la parte idrologicamente attiva della cavità.

Ad un livello più elevato si sviluppano i rami fossili, impostati su alcune fratture ad andamento parallelo a quella del canyon: costituiscono una serie di gallerie di notevole lunghezza e comunicano in più punti con il ramo principale. Particolarmente interessanti sono le Gallerie del Paradiso, estese su tre piani sovrapposti e caratterizzate da uno splendido concrezionamento, e la Galleria delle Meraviglie, pur essa di eccezionale bellezza.

Quest'ultima ha quasi 200 metri di lunghezza: si sviluppa con andamento ascensionale in direzione parallela ed inversa a quella del canyon, con il quale è collegata a differenti livelli da due vie fossili: la Galleria del Labirinto e la Galleria Alta. Alla sua estremità inferiore si trova un piccolo lago senza emissari, il Lago Morto, che comunica tramite sifoni con il Lago Muratore.

La Galleria delle Meraviglie è stata scavata dall'erosione ascendente delle acque sotto pressione idrostatica. Infatti, in epoca assai lontana, le acque che attualmente scaturiscono dal Lago Muratore defluivano attraverso il Lago Morto, essendo impedita da qualche ostacolo la via seguita attualmente. Dal Lago Morto il torrente risaliva turbinando nella Galleria delle Meraviglie, riversandosi infine, attraverso il passaggio fossile più elevato, nell'attuale canyon. In un secondo tempo le acque trovarono una più bassa via di deflusso nelle Gallerie del Labirinto, anch'esse scavate sotto pressione (come dimostra la presenza delle caratteristiche marmitte di eversione). Da ultimo si aprirono l'attuale passaggio sifonante, tramite il quale defluiscono dal Lago Muratore. Il sistema di sifoni che alimenta l'idrografia della grotta è essenzialmente articolato in un ramo principale, tramite il quale il torrente scaturisce nel Lago Muratore, e in un ramo secondario (un tempo principale via di deflusso delle acque) collegante il sifone principale con il Lago Morto.

Il ramo principale è stato esplorato per circa 150 metri del suo sviluppo: ha un andamento tortuoso ed estremamente complesso, articolato in gallerie, pozzi ed ampie sale. Raggiunge una profondità di circa 30 metri e presenta, ad una settantina di metri dal Lago Muratore, un punto di affioramento che lo suddivide in due sifoni contigui. Si tratta di un laghetto occupante il fondo di un pozzo, denominato dal colore delle acque Lago Blu.

Il ramo secondario, lungo circa 40 metri, non presenta attualmente comunicazioni praticabili con quello principale; le antiche vie di deflusso sono infatti attualmente ostruite da sedimenti sabbiosi e argillosi e il ricambio delle acque avviene con estrema

lentezza, attraverso i predetti depositi e tramite fessurazioni della roccia.

Il raggiungimento del sifone principale è tuttavia possibile, per questa via, tramite un passaggio fossile (primaria via di deflusso delle acque verso il Lago Morto). Infatti anche il ramo secondario presenta un punto di affioramento nel fondo di un pozzo; 15 metri più in alto questo dà adito ad un ambiente adorno di stupende concrezioni (Sala dei Cristalli). La sala si affaccia, all'estremità opposta, sul pozzo del Lago Blu.

Il sifone principale prosegue oltre il Lago Blu, riacquistando in breve forte profondità. A 80 metri dall'affioramento la galleria non accenna minimamente a risalire e presenta le caratteristiche di un lunghissimo sviluppo. Le esplorazioni del G.S.A.M. si sono arrestate a questo punto: le forti difficoltà presentate dal sifone¹⁶ e la limitata autonomia degli apparecchi di respirazione rendono alquanto problematico il proseguimento delle operazioni.

La distanza del sifone dalla zona d'origine del torrente e il forte dislivello intercorrente fanno ritenere probabile una prosecuzione della grotta, a monte dello stesso, con altri notevoli ambienti ipogei; la zona sommersa potrebbe tuttavia presentare tale estensione da renderne assolutamente impossibile il raggiungimento.

Il bacino imbrifero del torrente di Bossea. Il bacino di alimentazione del torrente di Bossea è attualmente oggetto di studio da parte del G.S.A.M.

Il corso d'acqua è alimentato principalmente dalle perdite alveari del Rio Roccia Bianca, che decorre con andamento sub-parallelo a quello del Corsaglia confluendovi al livello dell'abitato omonimo. L'alveo di questo rio, a partire dai Tetti del Formaggio, presenta in un tratto di 200 metri una serie di fessure e piccoli inghiottitoi che, ad eccezione dei periodi di piena, lo prosciugano completamente. Le acque assorbite, come

accertato da una colorazione del G.S.P. nel 1961, riaffiorano nella Grotta di Bossea, dal sifone del Lago Muratore. La distanza superata, in linea d'aria, è intorno ai 2.000 metri e il dislivello oltre i 400.

L'origine del torrente di Bossea è però probabilmente più a ovest del Rio Roccia Bianca. Il suo bacino di alimentazione, contrariamente a quanto si riteneva fino a quest'anno, si estende infatti oltre la displuviale Corsaglia-Maudagna. Le recenti ricerche del G.S.A.M. hanno accertato, tramite colorazioni, l'arrivo al sifone del Lago Muratore di acque assorbite nella Conca di Prato Nevoso, sul versante Maudagna dello spartiacque.

La conca in oggetto è una valle carsica con soglia rialzata, lunga oltre un chilometro e larga al massimo 700 metri, circondata da alti rilievi (il suo massimo dislivello è infatti 267 m).

Il bacino è privo di idrografia superficiale perenne, ma allo scioglimento delle nevi e durante le forti precipitazioni vi convergono dalle alture circostanti ingenti masse idriche. Le acque sono smaltite, in fondo alla depressione (quota m 1.474), da un inghiottitoio finora inesplorato (l'ingresso non è praticabile essendo quasi ostruito dai sedimenti).

Nel sottosuolo della conca, tributaria in via primaria della Val Maudagna, ha luogo una diffluenza; una parte (non molto rilevante) delle acque assorbite riaffiora così alla luce nel bacino del Corsaglia, specificamente nel Rio Roccia Bianca, nella Grotta di Bossea e nelle sorgenti ubicate nella zona di confluenza del Corsaglia con il Rio Sbornina. La maggior parte delle acque raggiunge però le sorgenti lungo il Maudagna (Case Bergamino), in misura almeno pari al 75% del totale.

Le acque che raggiungono la Grotta di Bossea compiono, in linea d'aria, un percorso di oltre 4 chilometri, discendendo un dislivello superiore ai 500 metri. Una distanza un po' maggiore (km 5,5) e un quasi

16. Le difficoltà opposte dal sifone, oltre alla grande lunghezza e complessità, sono la notevole profondità, la scarsissima visibilità (dovuta al sommovimento di

un finissimo limo che ricopre il fondo e le pareti) e la bassa temperatura dell'acqua (6 °C).

eguale dislivello intercorrono fra il punto di assorbimento e le risorgenze nella zona di confluenza Corsaglia-Sbornina.

La diffluenza delle acque verso il Rio Sbornina può trovare, inizialmente, condizioni favorevoli nell'inclinazione degli strati, pendenti in questa zona verso sud-ovest. La diffluenza verso il Corsaglia trova probabilmente un agente determinante nei citati sistemi di faglie sub-verticali che si intersecano nella zona; in particolare nelle estesissime faglie del sistema longitudinale che presumibilmente forniscono un tramite di continuità a quelle trasversali (assai numerose nel settore Bossea-Colle del Prel), dando luogo a un reticolo favorevolmente predisposto per lo scorrimento delle acque ed al progressivo allargamento di alcune vie preferenziali. Di particolare interesse risultano a questo proposito due grandi linee di faglia longitudinali (linea di Fontane e linea del Prel) che dalla zona di Bossea convergono al Colle del Prel.

Le nuove acquisizioni, dilatando al versante Maudagna dello spartiacque l'estensione del bacino di alimentazione del torrente di Bossea, hanno posto il problema dell'identificazione dei suoi effettivi confini. A tal fine si dovranno ancora effettuare accurate indagini nelle aree carsiche a sud-est di Prato Nevoso, dove una sistematica ricerca di eventuali accessi superiori del sistema, potrà forse condurre a qualche nuova interessante scoperta.

BIBLIOGRAFIA

- CAPELLO C. F., *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le zone marginali al rilievo alpino*, C.N.R., Centro di Studi per la Geografia Fisica, Bologna 1950.
- CAPELLO C. F., *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le Alpi Liguri*, C.N.R., Centro di Studi per la Geografia Fisica, Bologna 1952.
- CAPELLO C. F., *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le zone interne del sistema alpino*, C.N.R., Centro di Studi per la Geografia Fisica, Bologna 1955.
- DEMATTEIS G., *Primo elenco catastale delle grotte del Piemonte e della Valle d'Aosta*, Rassegna Speleologica Italiana, anno XI, fasc. 4, Como 1959.

- DEMATTEIS G., LANZA C., *Speleologia del Piemonte. Parte I, Bibliografia Analitica*, Rassegna Speleologica Italiana, Mem. VI, Como 1961.
- Gruppo Speleologico Piemontese, C.A.I.-U.G.E.T., *Speleologia del Piemonte. Parte II, Il Monregalese*, Rassegna Speleologica Italiana, Mem. IX, Como 1970.
- DEMATTEIS G., *Morfologia della zona di percolazione in un sistema carsico delle Alpi Liguri*, Atti IX Congresso Nazionale di Speleologia (Trieste), tomo II, Como 1964.
- SODERO D., *L'Abisso Raymond Gaché (Alpi Liguri, Cuneo)*, Rassegna Speleologica Italiana, anno XVII, fasc. 1-2, Como 1966.
- DEMATTEIS G., *Il sistema carsico sotterraneo Piaggia Bella-Fascette (Alpi Liguri)*, Rassegna Speleologica Italiana, anno XVIII, fasc. 3-4, Como 1966.
- Speleo Club Costa, C.A.I., Sezione Monviso, *Rio Martino*, Saluzzo 1966.
- BALBIANO D'ARAMENGO C., *La Grotta di Rio Martino*, Rassegna Speleologica Italiana, anno XXV, fasc. 1-4, Como 1973.
- BALBIANO D'ARAMENGO C., *Marguareis, «La montagna degli speleologi»*, Rivista mensile del C.A.I., anno 94, n. 12, Torino, dicembre 1973.
- CHOCHON N., *L'hydrologie du Marguareis*, Actes du VI Congrès National de Spéléologie, 1964.
- CHOCHON N., CRÉAC'H Y., *Marguareis*, Club Martel C.A.F., Nizza 1964.
- FIGHIERA C., *Piaggia Bella; numero speciale di «Spéléologie»*, Club Martel C.A.F., Nizza 1973.
- VANOSSI M., *Rilevamento geologico ed analisi strutturale delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone (Brianzzone ligure)*, Atti dell'Istituto Geologico dell'Università di Pavia, vol. XXIII, Pavia 1972.
- VANOSSI M., *Analisi stratigrafico-strutturale della zona fra le alti valli del Casotto e dell'Ellero (Alpi Marittime)*, Atti dell'Istituto Geologico dell'Università di Pavia, vol. XXIV, Pavia 1974.
- Gruppo Speleologico Piemontese, C.A.I.-U.G.E.T. Torino, *Grotte*, anni 1959-1975.
- Gruppo Speleologico Alpi Marittime, C.A.I. Cuneo, *Mondo Ipogeo*, anni 1967-1974.
- Club Martel, C.A.F. Nizza, *Spéléologie*, anni 1954-1974.
- Spéléo Club de Paris, *Notiziario*, anni 1957-1958.
- BRENARD HOF, GERARD CAPPA, *L'Abisso Cappa. Descrizione della grotta, Idrologia sotterranea, Relazione dell'A.S.B.T.P.*, Nizza 1968.