

UN'AREA CARSICA NELL'ALTO ESINO

PREMESSA

Il tema di questa ricerca mi è stato suggerito dal compianto Prof. Umberto Toschi, che qui mi è doveroso e caro ricordare. Il lavoro prende spunto da un saggio di Mario Ortolani e Attilio Moretti sulla morfologia carsica del Gran Sasso d'Italia, apparso nel 1950. In questo saggio sono passate accuratamente in rassegna, a titolo introduttivo, le regioni carsiche dell'Appennino fatte oggetto di studio; una cartina riassuntiva e molto schematica illustra tutte le principali aree riconosciute (1): si può qui notare, con una certa sorpresa, che almeno fino al 1950 veniva lasciata completamente in ombra tutta la sezione marchigiana dell'Appennino Centrale, che pure presenta in qualche distretto limitato aspetti vistosi, e noti anche in sede turistica, di un « paesaggio ipogeo » carsico (2).

Indagini su particolari aspetti del carsismo dell'Appennino marchigiano non sono certo mancati, dagli ultimi decenni del secolo scorso ad oggi, ma la maggior parte degli autori si è occupata di problemi d'interesse speleologico o semplicemente paleontologico. Gli scritti di più ampio respiro si sono appuntati sul carsismo di superficie come su quello più direttamente agente sul paesaggio naturale e quindi anche sulla economia e sugli insediamenti umani; questi però sono scritti relativamente recenti. I primi studi, quelli del secolo scorso, sono stati tutti mossi dal-

(1) M. ORTOLANI e A. MORETTI, *Il Gran Sasso d'Italia (versante meridionale)*, « Ricerche sulla morfologia e idrografia carsica », n. 2, Bologna, C.N.R., 1950. Mi riferisco particolarmente al cap. I (*Lo studio del carsismo appenninico*) e alla fig. 1.

(2) Uso questa ardita espressione di U. TOSCHI (*Corso di Geografia generale*, V ediz., Bologna, Zanichelli, 1962; cfr. p. 238), che mi sembra assai suggestiva.

l'interesse per una caverna che è stata sempre la più nota e cara alla fantasia popolare dei marchigiani: la Grotta della Madonna di Frasassi.

Il più antico scritto su questa cavità è il racconto che V. Procaccini Ricci faceva nel 1809 dei suoi tentativi di raggiungerne il fondo per smentire i pregiudizi del volgo (3). Del 1872 sono le prime due monografie di un certo rilievo. Una è di F. De Bosis, il quale tenta di affrontare i molti problemi che la Gola di Frasassi pone allo studioso: fra l'altro, l'interessante ipotesi che il Sentino avesse, un tempo, corso sotterraneo (4). L'altra monografia è di A. Zonghi, che dà notizia degli scavi da lui condotti in quello stesso anno, assieme a L. Pigorini e al De Bosis, nell'atrio della caverna (5).

Nel 1879, G. Scarabelli-Gommi-Flamini pubblica, negli « Atti della Reale Accademia dei Lincei », quello che mi sembra il più ampio e per certi aspetti il più tipico degli studi del secolo scorso intorno alla grotta (6): l'interesse principale è per i reperti paleontologici, ma l'esame accurato di questi è preceduto da un vasto inquadramento geologico, tutto teso alla ricerca di una spiegazione dell'origine della caverna. Ed è proprio con l'attento esame di un deposito terroso all'imbocco della grotta che l'autore tenta di ricostruire la storia della cavità. Le conoscenze geologiche del tempo, ancora imprecise, giustificano una spiegazione che oggi appare in molti punti insostenibile, mentre d'altro canto l'ampia documentazione cartografica attesta la serietà di questo studio. Qualche anno più tardi lo stesso Scarabelli guidava un gruppo di giovani geologi in un'escursione alla grotta e alle aree adiacenti; fra loro era M. Canavari, che stese poi una breve relazione su quanto si era osservato (7).

(3) V. PROCACCINI RICCI, *Memoria su la grotta di Frasassi nei contorni di Fabriano*, Senigallia, Lazzarini, 1809.

(4) F. DE BOSIS, *La caverna ossifera di Frasassi presso Fabriano*, Ancona, Tip. Mengarelli, 1872.

(5) A. ZONGHI, *Scoperte paleontologiche nelle grotte del monte Ginguno detto volgarmente di Frasassi nei dintorni di Fabriano*, Ancona, Tip. del Commercio, 1872.

(6) G. SCARABELLI-GOMMI-FLAMINI, *Sugli scavi eseguiti nella caverna detta di Frasassi (Ancona)*, in « Atti Acc. Lincei, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat. », Roma, serie III, V, 1879, pp. 78-106.

(7) M. CANAVARI, *Relazione delle escursioni fatte il 3 e 4 settembre 1883*

Per un lungo periodo successivo le ricerche e la bibliografia tacciono. Soltanto nel 1895 si avverte una ripresa di interesse per i reperti paleontologici di Frasassi, che vengono autorevolmente vagliati e considerati da L. Pigorini (8).

Proprio all'inizio del nuovo secolo le ricerche sulle manifestazioni carsiche nell'Appennino marchigiano subiscono un profondo rinnovamento. Anzitutto esse tendono ad approfondire separatamente i vari settori: così, da una parte abbiamo gli scritti di geografia fisica, dall'altra quelli di paleontologia, pubblicati gli uni e gli altri in periodici specializzati. Inoltre la ricerca carsica « scopre » anche il carsismo di superficie, che, si può dire, monopolizza il suo interesse per diversi decenni.

Dà l'avvio a questo indirizzo O. Marinelli, il primo geografo italiano che si occupi dei fenomeni pseudocarsici nei terreni gessosi. Benché il suo breve periodo di permanenza nelle Marche, come insegnante di scuola secondaria, sia in gran parte dedicato allo studio delle più antiche carte geografiche regionali, tuttavia, nel quadro delle sue vaste ricerche sul carsismo nei gessi d'Italia, egli si occupa delle doline di Fabriano, su cui pubblica un articolo nel 1900 (9), e delle doline di Matelica, sulle quali tiene una comunicazione al V Congresso Geografico Italiano (10). Nel frattempo appare nel periodico « In alto » una sua nota sulla Grotta del Vernino (11) nella Gola della Rossa, che, quantunque molto breve, costituisce una rarità preziosa, perché rappresenta il primo intervento di un geografo nel campo della speleologia carsica marchigiana. Il suo rilievo planimetrico sarà riportato, alcuni anni più tardi, in un articolo di E. Fossa-Mancini, che vi aggiungerà un profilo e diverse sezioni trasversali (12).

alla Grotta di Frasassi e al Ponte della Rossa nei dintorni di Fabriano, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », Roma, 1883, pp. 229-234.

(8) L. PIGORINI, *La grotta di Frasassi*, in « Bull. di Paleontol. Ital. », Parma, XXI, 1895, n. 7-9, pp. 109-118.

(9) O. MARINELLI, *Cavità di erosione nei terreni gessiferi di Fabriano*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1900, pp. 1-8.

(10) O. MARINELLI, *Nuove osservazioni su fenomeni di tipo carsico nei gessi appenninici*, in « Atti V Congr. Geogr. Ital. », Napoli, 1904 », pp. 150-186.

(11) O. MARINELLI, *Una grotta nella valle dell'Esino*, in « In alto », Udine, 1902, n. 4, pp. 36-37.

(12) E. FOSSA-MANCINI, *Qualche nuova osservazione sulla grotta di Vernino (Marche)*, in « Mondo sotterraneo », Udine, 1914, pp. 70-75.

Nel 1905 G. Jaja pubblica una breve monografia regionale sui Monti Sibillini, nella quale il carsismo dei « piani » di Castelluccio viene esaminato accanto all'idrologia, al glacialismo, ai fatti economici e sociali, in un quadro d'insieme di una certa novità (13).

Alcuni anni più tardi vengono segnalate le forme carsiche superficiali nei gessi del Montefeltro, da G. B. De Gasperi (14) e da L. Quarina (15): le loro osservazioni sono poi inserite da O. Marinelli, insieme con i suoi studi sulle doline di Fabriano e di Matelica, nell'ampia e nota memoria dedicata ai *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*, uscita nel 1917, con interessanti conclusioni relative al carsismo nei gessi delle Alpi e dell'Italia in genere (16).

Il progetto di costruzione di una diga nella gola del Sentino, avanzato già nel 1903, promuove uno studio idrogeologico di E. Fossa-Mancini, uscito nel 1921 (17), volto a dimostrare l'inopportunità del progetto. Rimane questa la monografia più ampia e precisa sulla Gola di Frasassi: dopo un cenno alla serie stratigrafica dell'Appennino marchigiano settentrionale e alle proprietà geomeccaniche di ciascuna formazione, l'autore descrive accuratamente una propria cartina geologica al 50.000 (la seconda, dopo quella al 100.000 dello Scarabelli), per passare poi all'esame delle condizioni idrologiche. Il fenomeno carsico è trattato piuttosto rapidamente, forse perché « le caverne sono testimonianze di un regime cessato » (18).

Frattanto sono continuate le ricerche paleontologiche: U. Rel-

(13) G. JAJA, *Escursioni nei Sibillini (Appennino Centrale)*, in « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1905, pp. 444-464.

(14) G. B. DE GASPERI, *Fenomeni carsici nei gessi nei dintorni di Gesso*, in « Mondo sotterraneo », Udine, 1912, pp. 65-66.

(15) G. B. DE GASPERI e L. QUARINA, *Fenomeni carsici nei gessi presso la Repubblica di San Marino*, in « Mondo sotterraneo », Udine, 1914, pp. 75-78.

(16) O. MARINELLI, *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*, in « Mem. Geogr. », Firenze, 1917, pp. 263-416.

(17) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino nella Marca di Ancona*, in « Giorn. di Geol. Prat. », Perugia, 1921, pp. 37-76, c. geol.

(18) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino*, ecc., cit.; cfr. p. 66.

lini, dopo essersi occupato della caverna di Frasassi (19), estende le sue indagini a tutta la gola del Sentino, con diverse campagne di scavi, i cui risultati vengono resi noti nel 1932 (20) e nel 1933 (21).

Nel 1939 appaiono i primi studi sui bacini chiusi dell'Appennino Umbro-marchigiano: di Montelago, tra la valle del Potenza e quella del Chienti; di Colfiorito, nella regione sorgentifera del Chienti; di Castelluccio, nei Monti Sibillini. G. M. Villa li passa in rassegna e, notato che tutti si trovano in corrispondenza di sinclinali, li considera conche di origine tettonica, conservate dall'azione carsica successiva (22).

Nello stesso anno esce il primo di una serie di studi sui piani di Colfiorito per cura di C. Lippi-Boncambi; anche questo autore attribuisce l'origine del complesso bacino a movimenti tettonici dell'ultima fase del sollevamento appenninico (fine del Terziario-inizio del Quaternario), ma appunta il suo interesse principalmente sulle condizioni idrologiche attuali, per l'importanza che queste possono assumere in vista della bonifica e per lo sfruttamento delle sorgenti (23). Nel 1948 lo stesso Lippi-Boncambi, in una esauriente monografia sul massiccio dei Sibillini, osserva come nei piani di Castelluccio alla ricchezza di tutte le forme carsiche superficiali (doline, inghiottitoi, laghi ciechi, dossi mammellonari) faccia riscontro la completa assenza di forme carsiche profonde (24). Una simile discordanza si può notare nel

(19) U. RELLINI, *Ricerche nella caverna di Frasassi*, in « Atti Soc. dei Natur. e Matem. di Modena », Modena, serie IV, vol. 14, 1912, pp. 1-61.

(20) U. RELLINI, *Le stazioni enee delle Marche di fase seriore e la civiltà italica*, « Monumenti antichi del Lincei », Roma, vol. XXXIV, 1932, 2ª puntata.

(21) U. RELLINI, *Ricerche stratigrafiche nell'abitato preistorico del Pianello di Genga, in provincia di Ancona*, in « Boll. Assoc. Intern. Studi Mediterranei », Roma, 1933, pp. 1-13, tavv.

(22) G. M. VILLA, *Sull'origine di alcuni bacini chiusi nell'Appennino Umbro-Marchigiano*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1939, pp. 182-190.

(23) C. LIPPI-BONCAMBI, *Il bacino carsico di Colfiorito*, in « Boll. Soc. Geol. Ital. », Roma, 1939, pp. LXVI-LXX; ID., *Osservazioni morfologiche sul bacino di Colfiorito e presupposti idrogeologici della sua bonifica*, in « L'Universo », Firenze, 1940, pp. 459-485.

(24) C. LIPPI-BONCAMBI, *I Monti Sibillini*, « Ricerche sulla morfologia e idrografia carsica », n. 1, Bologna, C.N.R., 1948.

piano di Montelago, dove uniche testimonianze di un carso ipogeo sono due piccole caverne, e anche nei piani di Colfiorito, dove si conosce una sola grotta, la Buca del Diavolo. Ma, se la scarsità o mancanza di cavità ipogee conosciute in queste aree a carsismo superficiale può essere forse spiegata con la relativa giovinezza del processo carsico e con le difficoltà tecniche e i rischi nell'esplorazione degli inghiottitoi accessibili, più difficile riesce spiegare l'assenza di forme di dissoluzione superficiale nelle aree

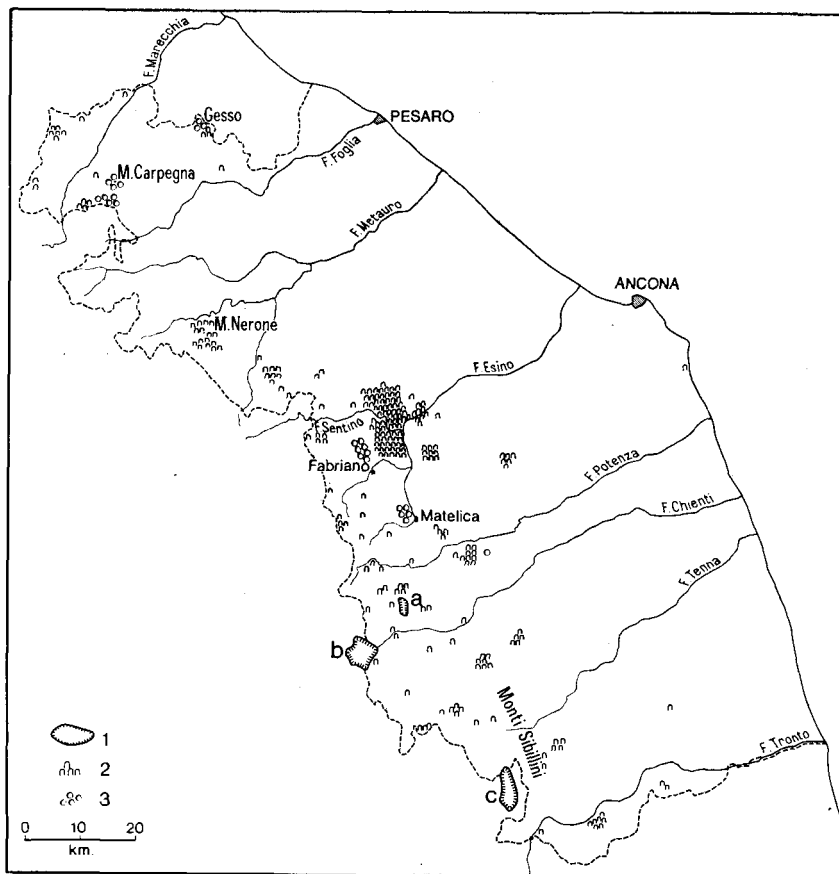


FIG. 1 — DISTRIBUZIONE DEI FENOMENI CARSIICI NELL'APPENNINO MARCHIGIANO.

1, piani carsici (a, di Montelago; b, di Colfiorito; c, di Castelluccio); 2, grotte; 3, gruppi di doline.

intensamente carsificate in profondità. La dissociazione delle forme carsiche superficiali dallo speleocarsismo sembra davvero costituire la caratteristica costante di ogni tipo di carso nel nostro Appennino; non mi risulta che questo appassionante problema sia stato ulteriormente approfondito in questa regione, dopo l'osservazione del Lippi-Boncambi.

Frattanto la Gola di Frasassi ricomincia a sollecitare l'interesse degli speleologi, ai quali si devono le esplorazioni, i rilievi, le relazioni, le fotografie di un gran numero di cavità prima completamente ignorate. Questa attività, in parte dilettantistica, giova a far luce sulla distribuzione dello speleocarsismo nell'Appennino marchigiano calcareo: distribuzione in genere sparsa e abbastanza uniforme (25), con un vistoso addensamento nell'area di confluenza Esino-Sentino (fig. 1).

In questa seconda fase degli studi speleologici, la prima nota divulgativa sulle grôtte del Sentino è quella di uno speleologo anconetano, M. Marchetti, che pubblica nel 1950, nella *Guida generale delle Marche*, la descrizione delle più notevoli cavità, soffermandosi particolarmente sulla Grotta del Fiume, da lui stesso recentemente scoperta ed esplorata (26); a questa seguirà l'anno successivo un'analoga relazione per il V Congresso Nazionale di Speleologia (27).

Sempre nel 1950, G. M. Villa e R. Santucci fanno il punto sullo stato della ricerca speleologica nelle Marche, in una breve comunicazione tenuta al XV Congresso Geografico Italiano, nella quale propongono anche una classificazione del materiale di riempimento delle grotte (28).

Le indagini più recenti sul carsismo nell'Appennino marchigiano non si discostano dagli indirizzi già stabiliti. Uno studio di L. Gambi su alcuni fenomeni carsici del Montefeltro esce

(25) Si possono comunque delineare, almeno nelle Marche centro-settentrionali, alcune aree maggiormente interessate dal fenomeno: l'alto bacino dell'Esino, il Monte Nerone, il Montefeltro.

(26) M. MARCHETTI, *La zona speleologica di San Vittore di Frasassi*, nella *Guida generale delle Marche*, Ancona, Tip. Venturini, 1950, pp. 73-80.

(27) M. MARCHETTI, *L'attività del Gruppo Speleologico Marchigiano*, in « Atti V Congr. Naz. di Speleol., Salerno, 1951 », pp. 137-139.

(28) G. M. VILLA e R. SANTUCCI, *Indagini speleologiche nelle Marche*, in « Atti XV Congr. Geogr. Ital., Torino, 1950 », pp. 335-338.

nel 1951: vengono descritti i gruppi di doline su Monte Simone e Monte Simoncello e alcune piccole caverne di cui sono allegate piante e sezioni (29). Continuano d'altro canto, sempre più accurate, le ricerche dei paleontologi nella Gola di Frasassi (30). Un articolo di G. Perna e R. Pozzi sottolinea alcuni fenomeni concrezionari della Grotta del Fiume, illustrandoli con ottime fotografie (31). Del 1963 è l'ultimo lavoro di C. Lippi-Boncambi, ancora sui piani carsici di Colfiorito (32).

Da questa rapida rassegna degli studi sul carsismo del nostro Appennino, dai loro esordi agli indirizzi sempre più specializzati degli ultimi decenni, appare chiaro come essi abbiano portato un notevole contributo anche alla geografia, facendo luce sugli aspetti, sulla varietà e sulla distribuzione dei fenomeni carsici.

Data la natura essenzialmente chimica del processo carsico sembrerebbe cosa ovvia e abbastanza facile mettere in relazione tale distribuzione con la costituzione dei terreni, ma il problema risulta assai più complesso. E' bensì vero che alcune delle aree più intensamente carsificate presentano formazioni di rocce tipicamente carsogene (calcare massiccio nella gola del Sentino, formazione gessoso-solfifera nel Montefeltro), ma non mancano cavità ipogee nei calcari ben stratificati entro il bacino del Chienti e in quelli arenacei del Miocene medio-inferiore (calcari elveziani della Marecchia).

D'altra parte, in alcuni affioramenti di calcare massiccio il fenomeno carsico è limitato (Gola della Rossa, Gola di Domora), o addirittura pressoché assente, come nelle formazioni di Piore e del Furlo. Riuscirebbe senza dubbio vantaggioso uno studio comparativo su queste forre, dove, in condizioni apparente-

(29) L. GAMBI, *Fenomeni carsici nei calcari elveziani del Montefeltro marecchiese*, in « Studi Romagnoli », Faenza, 1951, pp. 245-253.

(30) A. M. RADMILLI, *Scavi nella Grotta dei Baffoni presso San Vittore di Frasassi*, in « Bull. di Paleontol. Ital. », Roma, 1953, pp. 117-130; D. L. LOLLINI, S. M. PUGLISI, A. M. RADMILLI e E. TONGIORGI, *Ricerche intorno alla gola del Sentino*, ibid., 1956, pp. 491-530.

(31) G. PERNA e R. POZZI, *Osservazioni su alcuni fenomeni concrezionari della Grotta del Fiume (Ancona)*, in « Rass. Speleol. Ital. », Como, 1959, n. 1, pp. 3-17.

(32) C. LIPPI-BONCAMPB, *Le risorgenti alimentate dal bacino carsico di Colfiorito*, in « Atti I Congr. Internaz. di Speleol., Parigi, 1953 », vol. II, sez. I, pp. 229-235.

mente simili di litologia, di tettonica, di rapporti stratigrafici, il carsismo si è sviluppato in misura tanto diversa.

Già nel 1937 M. Gortani faceva notare, al XIII Congresso Geografico Italiano, come gli studi si concentrassero sulle regioni più intensamente carsificate, per trascurare le zone a carsicità meno sviluppata, mentre un esame dei singoli fenomeni carsici anche là dove essi appaiono più rari, o magari inspiegabilmente assenti, avrebbe forse contribuito in qualche modo a chiarire tanti problemi (33).

Questa mia ricerca si propone di mettere in luce un'area carsica — gola del Sentino e Gola della Rossa — che, sebbene studiata, come si è notato, in settori specialistici da geologi, da speleologi e da paleontologi, non è ancora entrata nella letteratura geografica vera e propria, non essendo stata oggetto di uno studio che dalla sintesi dei singoli aspetti ricavasse una visione d'insieme che sola può contribuire alla spiegazione delle forme.

E' soltanto da una visione sintetica che balzano fuori i problemi più avvincenti per lo studioso di geografia fisica: nel nostro caso, la distribuzione delle forme carsiche non potrà non essere messa in rapporto con la storia geologica e con la morfologia attuale della regione, oltre che, naturalmente, con la natura dei terreni.

I TERRENI E LA MORFOLOGIA

1. *Natura dei terreni e lineamenti tettonici.* — Nell'alto bacino dell'Esino l'area investita dal processo carsico di profondità, e cioè, in sostanza, l'area che è oggetto della mia ricerca, ha una superficie molto limitata: appena una ventina di chilometri quadrati (34). Si tratta tuttavia di un'« isola » tutta intensamente

(33) M. GORTANI, *Per lo studio delle aree carsiche italiane*, in « Atti XIII Congr. Geogr. Ital., Friuli, 1937 ». I, pp. 122-126.

(34) Soltanto per curiosità di confronto posso ricordare che secondo O. Lehmann le varie aree di carso puro (*strenger Karst*) nelle Alpi Orientali hanno un'estensione che varia dai 100 ai 300 kmq. D'altronde, la superficie della grande regione a idrografia carsica della Balcania occidentale, Grecia compresa, è stata prudentemente valutata in 100.000 kmq. Secondo lo stesso autore la più vasta regione

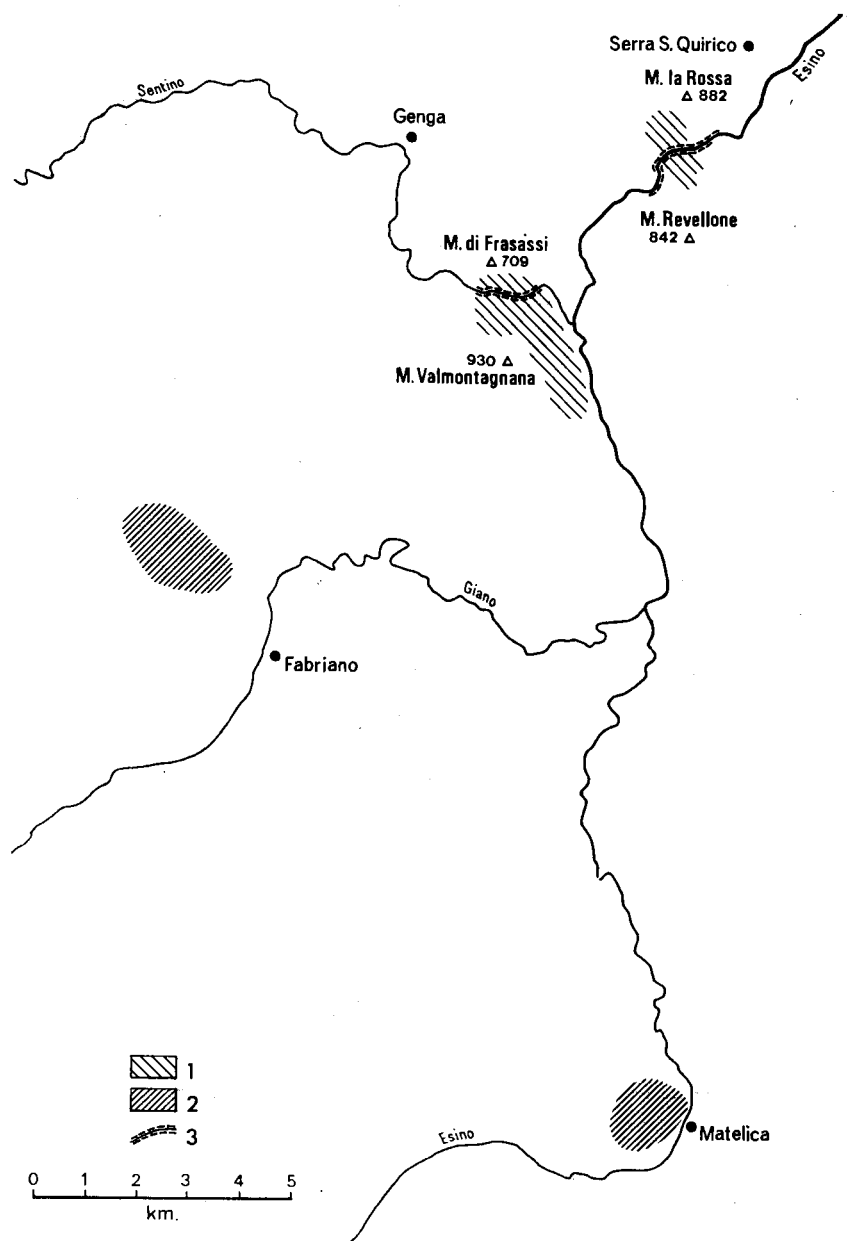


FIG. 2 — AREE CARSIICHE NELL'ALTO ESINO.

1, aree calcaree (carso di profondità); 2, aree gessose (carso di superficie); 3, gole.



FIG. 3 — LA GOLA DI FRASASSI VISTA DA MONTE.

Sul fondo della spaccatura, il Sentino; a destra, sul fianco del Valmontagnana, la strada.

(*fat. M. A. Bocchini Varani*)

cariata, con una concentrazione di fenomeni (grotte e risorgenze) molto diversi da quelli che emergono nei noti piani appenninici, ove la tettonica interferisce largamente con i processi erosivi.

Questa microregione comprende la Gola della Rossa e la Gola di Frasassi: l'una, chiusa fra i rilievi del Monte La Rossa e del Monte Revellone, segna il passaggio dall'alto al medio corso dell'Esino (il fiume infatti abbandona in quel punto l'Appennino e comincia a scorrere tra le colline subappenniniche); l'al-

carsica nota, di tutta la Terra, si estenderebbe nella Cina sud-occidentale, dal Tonchino al medio Yang tze Kiang: circa 600.000 kmq., nei quali peraltro restano incluse anche aree di rocce impermeabili, non ancora chiaramente delimitate. Cfr. O. LEHMANN, *Die Hydrographie des Karstes*, in « *Enzyklopädie der Erdkunde* », Teil 6, Lipsia e Vienna, Denticke, 1929, pp. 2-3.

tra, che si snoda tra il Monte di Frasassi e il Monte Valmontagnana, è percorsa dal Sentino, che dell'Esino è uno dei principali affluenti. Entrambe le gole sono incise in formazioni di calcare massiccio, che sono anche il campo di sviluppo del carsismo. Geologia, morfologia e carsismo ci appariranno quindi sempre intimamente legati da rapporti di interdipendenza.

Il calcare massiccio è la roccia che costituisce l'ossatura di tutto l'Appennino marchigiano centro-settentrionale, determinandone con le pieghe delle sue formazioni le grandi linee morfologiche, e con le sue proprietà litologiche la morfologia di dettaglio. Questa roccia, che si è depositata su un fondo di mare poco profondo nel Lias inferiore e forse in parte nel Trias (35), è la più antica che affiori in questo tratto dell'Appennino.

Queste formazioni liassiche si sono sollevate a formare due principali pieghe parallele, con direzione NO-SE, che alla fine del Mesozoico delineavano già nettamente la catena appenninica: l'anticlinale del Monte Catria (caposaldo del corrugamento umbro-marchigiano) e l'anticlinale del Monte San Vicino (caposaldo del corrugamento marchigiano vero e proprio). Un braccio di mare secondario occupava la sinclinale di Camerino, successivamente riempita dalle deposizioni eoceniche le quali, una volta emerse, congiunsero le due anticlinali (36).

Ora, delle zone che qui interessano, la Gola della Rossa taglia perpendicolarmente l'anticlinale del San Vicino presso la sua estremità settentrionale, e quella del Sentino taglia, anch'essa trasversalmente, un piccolo ellissoide di sollevamento « ad occhiello di bottoniera » (37), che fa parte della stessa struttura tettonica (38).

Queste forre, come le altre analoghe del Furlo, del Corno, di Pioraco, di Domora, rappresentano stupendi spaccati geologici, che mostrano, in un ordine stratigrafico non sostanzialmente al-

(35) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino*, ecc., cit., pp. 38-39.

(36) G. M. VILLA, *Ricerche geomorfologiche nel territorio marchigiano compreso fra il Potenza e l'Esino*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1937, pp. 70-78 e 131-137.

(37) Così lo definisce G. SCARABELLI-GOMMI-FLAMINI (*op. cit.*, p. 79).

(38) M. CANAVARI, *op. cit.*, p. 231.



FIG. 4 — L'IMBOCCATURA OCCIDENTALE DELLA GOLA DI FRASASSI,
TRA IL VALMONTAGNANA E IL MONTE DI FRASASSI.

(*fol. M. A. Bocchini Varani*)

terato dalle dislocazioni e dalle faglie, i più antichi terreni dell'Appennino Centrale. Le formazioni calcaree del Lias inferiore affiorano lungo la gola del Sentino per una lunghezza di quasi due chilometri e per uno spessore di circa 500 metri. Nella Gola della Rossa l'affioramento ha una lunghezza e una potenza leggermente inferiori. Si tratta, in entrambe, dello stesso calcare, bianco o comunque di colore chiaro perché molto puro, costituito da materiale uniforme e compatto, interrotto da piani di stratificazione rari, ma ben visibili. I giunti degli strati mostrano, con il loro andamento sulle pareti delle gole, la piega ampia, a debole curvatura, che la spinta di forze tangenziali ha determinato in queste formazioni dotate, per la loro natura litologica, di grande rigidità. Sono infatti numerosi, specialmente nella Gola della Rossa, i piani di frattura verticali o fortemente inclinati, paralleli o convergenti in basso; entrambe le anticlinali sono mozzate a levante da una faglia (39).

(39) Lo Scarabelli lo faceva notare con un profilo trasversale delle due anticlinali e, avvicinandolo a quello del Catria datoci da K. A. Zittel, estendeva l'osservazione a tutte le pieghe dell'Appennino marchigiano, che hanno appunto la caratteristica di avere i fianchi sud-occidentali a lieve inclinazione e stratificazione regolare, e i fianchi nord-orientali più ripidi e spesso interrotti da faglie e discordanze, « cosicchè tutti i profili trasversali di questo Appennino ci si presentano con forme simili a grandi onde marine sospinte dal vento verso la spiaggia » (G. SCARABELLI-GOMMI-FLAMINI, *op. cit.*, p. 78). E' evidente come il sollevamento debba

Alla formazione di calcare massiccio, che costituisce l'ossatura delle due pieghe anticlinali, si è sovrapposta una fasciatura di terreni calcarei più recenti, che, man mano che si procede verso l'alto della serie stratigrafica, presentano una sempre minore compattezza (sono quindi più plastici e maggiormente erodibili) e anche una minore permeabilità (40). Attualmente questa copertura abbraccia le gambe delle anticlinali, mentre si assottiglia fino a mancare nella sommità, da dove è stata facilmente asportata fin dall'inizio dell'erosione fluviale.

Ma si osservino da vicino le singole formazioni. A tetto del calcare massiccio, c'è un gruppo di calcari diversi, depositatisi nel Lias medio, che hanno la caratteristica comune di contenere cristalli di pirite. Questi calcari con pirite formano, a differenza del calcare massiccio, fitti strati di potenza variabile da pochi centimetri a più di mezzo metro. Essendo dunque bene stratificata, questa formazione si comporta come se fosse plastica; in realtà gli strati non tanto si sono deformati, quanto sono scivolati sulle loro superfici di contatto, così che spesso il gruppo è ridotto a pochi metri di potenza. Se il calcare massiccio presenta, per la sua fratturazione, una grande permeabilità, il gruppo dei calcari con pirite non ne ha altrettanta, sia perché essendo più plastico è meno fratturato, sia perché esso include spesso straterelli marnosi impermeabili che possono originare piccole sorgenti; tuttavia questo gruppo si mantiene abbastanza permea-

quindi essere attribuito ad una spinta orogenetica tangenziale diretta verso l'Adriatico. Lo Zittel è stato il primo ad occuparsi di questo settore appenninico, e sue sono alcune denominazioni litologiche come « calcare rosato » e « scisti a fucoidi » (K. A. ZITTEL, *Geologische Beobachtungen aus den Central-Appenninen*, in « Geogr. Paläont. Beiträgen », Monaco, 1869, II, fasc. 2; cfr. pp. 102 e 155).

(40) Adopero per brevità questo termine, che a rigore andrebbe riservato per indicare una proprietà caratteristica delle rocce porose o incoerenti. E' chiaro che la circolazione idrica si esplica in modo ben diverso nel corpo di rocce compatte fessurate, dove si ha la canalizzazione delle acque: quando sia necessario sottolineare tale diversità, si preferiscono generalmente, per le rocce carsificate, i termini più precisi di « permeabilità indiretta » o « irregolare » o « di fessurazione » o « di percolazione » (v. E. A. MARTEL, *Nouveau traité des eaux souterraines*, Parigi, Dion, 1921, alle pp. 105-111 e 115-124, dove la questione è ampiamente svolta su una ricca base bibliografica), oppure si parla di « penetrabilità idrica », come propone G. ROVERETO (*Forme della Terra. Trattato di geologia morfologica*, Milano, Hoepli, 1923, vol. II; cfr. pp. 839-840), o anche di « permeabilità secondaria » (R. FABIANI, *Trattato di geologia*, Roma, Ist. Grafico Tiberino, 1952, pp. 518-519).

bile nel suo complesso, dato che gli strati marnosi sono per lo più discontinui.

Ai calcari piritici si sovrappongono rocce che hanno la caratteristica comune di essere costituite di strati calcarei sempre più sottili e sempre più impuri (marnosi) verso l'alto, alternati a straterelli di marne o argille oppure a letti di selce. Questo gruppo, che si potrebbe indicare collettivamente con la denominazione di calcari marnosi stratificati, comprende le marne ammonitifere, i calcari arenacei e marmorei, il calcare maiolica, i cosiddetti scisti a fucoidi e il calcare rosato (41). Si tratta di formazioni che, essendo più o meno fittamente stratificate, sono dotate di notevole adattabilità e, nei terreni superiori, di una grande plasticità per la presenza sempre più frequente di strati marnosi e argillosi. Quanto alla permeabilità, essa è spesso interrotta dalle intercalazioni delle marne e delle argille, le quali, quando non hanno subito dislocazioni, generano orizzonti acquiferi e sorgenti.

2. *Problemi morfologici.* — In conseguenza delle analogie geologiche e tettoniche, anche la morfologia delle due aree calcaree considerate presenta aspetti molto simili: in entrambe appare un rilievo fortemente accidentato, costituito da due masse montuose separate da una gola che si snoda fra pareti subverticali.

Ma prima di occuparci della morfologia di dettaglio, facilmente spiegabile con le proprietà litologiche e le condizioni stratigrafiche, giova considerare l'intero corso dei due fiumi Esino e Sentino: in rapporto ad esso le due gole appariranno ricche di ben più vasti e complessi problemi.

Il bacino di origine dell'Esino è a sud-ovest di Esanatoglia, sul fianco orientale della dorsale del Catria. Il fiume dapprima incide trasversalmente la gamba orientale della principale anticlinale (quella appunto del Catria), poi volge a nord per adattare

(41) Le singole formazioni sono analizzate separatamente nello studio già più volte citato di E. FOSSA-MANCINI (*Geologia e idrologia della gola del Sentino*, ecc.), alle pp. 52-59.

il suo corso al fondo della sinclinale camerinese, che non percorre però fino all'estremità settentrionale, come sarebbe logico data l'immersione di questa a nord-ovest, ma abbandona bruscamente, per attaccare l'anticlinale del San Vicino, che incide trasversalmente con la Gola della Rossa. Il corso subappenninico mantiene poi fino alla foce questa stessa direzione, che è ancora trasversale rispetto alla monoclinale eocenico-miocenica, ma longitudinale rispetto alle pieghe della fascia pliocenica (42).

Il Sentino ha un corso anche meno adattato alla tettonica, in quanto presenta rispetto a questa forti discordanze. Anzitutto, il bacino sorgentifero è ad occidente della linea di vetta della catena del Catria (43): non c'è quindi coincidenza fra la linea dei massimi rilievi e lo spartiacque Tirreno-Adriatico (44). Inoltre, il corso del fiume è interamente trasversale rispetto alle direttrici tettoniche: esso taglia perpendicolarmente l'asse dell'anticlinale del Catria (e qui ha inciso una prima gola nel calcare massiccio del Monte Corno) e quelli delle pieghe minori che incontra scendendo verso il fondo della sinclinale camerinese; giunto di fronte al piccolo ellissoide di sollevamento Monte Frasassi-

(42) Questa è infatti interessata da larghe ondulazioni trasversali, normali alle direttrici tettoniche delle pieghe appenniniche, come è stato rilevato per la regione piceno-abruzzese (B. CASTIGLIONI, *Ricerche morfologiche nei terreni pliocenici dell'Italia centrale*, Roma, 1935, Pubbl. Ist. di Geogr. dell'Univ., serie A, n. 4), e successivamente per le Marche centrali (G.M. VILLA, *Ricerche geomorfologiche nel territorio marchigiano*, ecc., cit.).

(43) La catena del Catria, il principale allineamento orografico dell'Appennino Umbro-marchigiano, ha avuto origine da quella che sopra ho chiamato l'anticlinale del Catria: essa consta in realtà di un fascio di pieghe parallele, che però, rispetto all'anticlinale del San Vicino e alla interposta sinclinale camerinese, possono essere considerate nel loro insieme come un'anticlinale complessa dai fianchi fortemente ondulati.

(44) Questa discordanza, che si riscontra frequente nell'Appennino, è stata variamente interpretata, dando luogo a una discussione in cui i più autorevoli interventi sono stati successivamente: quello di O. Marinelli, che propende per l'ipotesi della sovrainposizione (O. MARINELLI, *La maggiore discordanza tra orografia e idrografia nell'Appennino*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1926, pp. 65-74); quello di A. Sestini, che sostiene la teoria dell'antecedenza (A. SESTINI, *Discordanza tra orografia e idrografia nell'Appennino Ligure*, in « Riv. Geogr. Ital. », Firenze, 1937, pp. 60-69; ID., *Sull'origine della rete idrografica e dei bacini intermontani nell'Appennino Centro-Settentrionale*, ibid., 1950, pp. 249-256); quello recente di J. Demangeot, che avanza l'ipotesi di una concomitanza cattura-antecedenza (J. DEMANGEOT, *Géomorphologie des Abruzzes adriatiques*, « Mémoires et Documents », Parigi, C.N.R.S., 1965; cfr. pp. 275-281).

Monte Valmontagnana, invece di aggirarlo, come la struttura e la stessa natura litologica delle formazioni più tenere favorirebbero, lo taglia con una gola profonda 500 m. circa, scavata nel durissimo calcare massiccio, prima di confluire nell'Esino. Anzi è da notare il fatto che, immediatamente a monte della gola, il corso del Sentino forma due gomiti, senza i quali avrebbe continuato il suo tracciato sfiorando marginalmente l'estremità settentrionale dell'ellissoide: sembra quasi che il corso originario sia stato deviato per attrazione di un qualche fatto strutturale o litologico, oggi difficilmente individuabile.

Anche il corso dell'Esino disegna due importanti gomiti: quello con cui entra sul fondo della sinclinale camerinese (spiegabile con la struttura) e quello, di più ardua interpretazione, con cui abbandona la depressione camerte per tagliare l'anticlinale del San Vicino. In questa sede interessa particolarmente il secondo, che si trova appena a monte della Gola della Rossa, soprattutto se notiamo con J. Demangeot come gomito e gola si ritrovino spesso nel medesimo rapporto spaziale in molti fiumi dell'Appennino, così da far pensare a una coincidenza non fortuita.

Alla vecchia interpretazione che spiegava questo con una evoluzione per catture posteriori all'orogenesi, il Demangeot oppone l'ipotesi di una cattura anteriore al sollevamento orogenetico, alla quale sarebbe dovuto quindi il corso antecedente, conservato dal fiume anche dopo l'orogenesi. Il geografo francese conduce il suo ragionamento sull'osservazione del corso del Tronto, ma accenna alla possibilità di estendere la sua interpretazione ad altri fiumi del versante adriatico, tra i quali l'Esino (45).

E certo essa non è da escludere per il nostro fiume, perché, sebbene non abbia senso ricercare oggi la documentazione di una cattura anteriore al movimento orogenetico, tuttavia si può supporre che le proprietà carsiche della roccia abbiano preparato la cattura per via sotterranea « tipo bacino di risucchio », come nota il Demangeot nella rassegna delle possibili cause e modalità di decapitazione fluviale. Il fiume decapitato potrebbe essere il Misa, il cui bacino di origine è oggi a nord di Genga, al di là

(45) J. DEMANGEOT, *op. cit.*; cfr. pp. 275-281.

di uno spartiacque la soglia del quale si abbassa fino a 200 m. sul Sentino. Il Misa, rimasto breve e magro dopo la decapitazione, sarebbe scivolato a nord dell'anticlinale del San Vicino man mano che questa si sollevava, mentre l'Esino, diventato più lungo e ricco di acque, avrebbe potuto con la sua portata conservare il proprio corso antecedente, stabilito con la cattura.

Attualmente sia l'Esino che i suoi affluenti principali, Sentino e Giano, hanno un profilo longitudinale relativamente sdraiato, maturo, mentre i versanti delle loro valli presentano spesso forme giovanili, specie nei settori geologicamente più antichi, quali appunto le due gole. Nelle aree qui considerate, la morfologia dei versanti è spiegata dalle proprietà chimico-fisiche dei calcari che li costituiscono: nel calcare massiccio lo smottamento è impedito dalla compattezza delle formazioni, e l'erosione subaerea è rallentata dalla mancanza del ruscellamento superficiale (46); i calcari fittamente stratificati, impuri e alternati a strati di rocce molto più tenere (come le argille e le marne), subiscono invece maggiormente l'erosione fluviale, il dilavamento e la disaggregazione.

I processi morfogenetici esogeni agiscono quindi con assai diversa intensità sulle varie rocce, incidendo pareti quasi perpendicolari nel calcare liassico, pendii più dolci nei calcari più recenti: il profilo trasversale della gola mostra infatti chiaramente una rottura di pendio nel punto di contatto tra l'affioramento di calcare massiccio e quello dei terreni più erodibili.

Resta da considerare il problema di come valli normali, di erosione fluviale, possano trovarsi in formazioni di rocce intensamente carsificate, dove ci si aspetterebbe una circolazione idrica quasi esclusivamente ipogea. Il problema è naturalmente quello del processo morfogenetico di cui la valle subaerea è il

(46) Cosl J. CVIJIĆ, *La Géographie des terrains calcaires*, Belgrado, Académie serbe des sciences et des arts, « Monographies », tome CCCXLI, Classe des sciences mathématiques et naturelles, n. 26, 1960; cfr. p. 3. A questa interpretazione ormai classica, P. Birot oppone la teoria che l'estrema lentezza con cui si evolvono i versanti calcarei vada attribuita, più che alla mancanza di ruscellamento superficiale, all'assenza del suolo e del manto vegetale: è al suolo infatti che si deve in rocce normali il soliflusso, mentre la vegetazione accelera la dissoluzione del carbonato di calcio (P. BIROT, *Le relief calcaire*, Parigi, « Les cours de Sorbonne », Centre de documentation universitaire, 1966; cfr. p. 89).

risultato attuale: ci si chiede, cioè, quali siano state le modalità di formazione della gola.

Le forre o, per usare un termine ormai prevalso nella letteratura geografica, i *cañones*, sono piuttosto frequenti nei massicci e nei tavolati carsici. A nessuna delle ipotesi avanzate a questo proposito (47) si può riconoscere validità assoluta, e non si può fare altro che esaminarle e verificarle caso per caso. Così J. Demangeot poteva escludere l'ipotesi del corso sotterraneo per i *cañones* della Maiella principalmente perché « un fiume sotterraneo non esiste isolatamente », presuppone cioè un carso ipogeo molto evoluto in tutto il massiccio interessato: condizione che non si verifica in quella regione (48). Nel nostro caso, invece, il carsismo di profondità ha avuto un notevolissimo sviluppo: i monti Frasassi e Valmontagnana (e in minor misura i monti Revellone e della Rossa) sono percorsi in ogni senso da una fitta rete di condotti, alla quale corrispose certo, un tempo, una notevole organica rete idrografica, oggi molto ridotta. Che il Sentino sia stato il collettore di gran parte di questo sistema idrografico sotterraneo ce lo testimoniano la posizione e la conformazione degli ingressi delle grotte così come oggi ci appaiono: è un discorso che approfondiremo più avanti.

L'ipotesi che l'incisione delle gole sia dovuta, più che alla normale erosione superficiale, al processo carsico che le avrebbe approfondite attraverso successivi crolli di volta, mi appare confortata da alcune considerazioni:

(47) Le interpretazioni di questo fatto si riducono sostanzialmente a due. Una fa capo a Cvijić e insiste sulla considerazione che si tratta sempre di valli allogene rispetto alle aree carsiche da esse attraversate: fiumi che hanno il proprio bacino di alimento in terreni impermeabili e che giungono alla zona permeabile quando sono già abbastanza ricchi di acque da vincere il processo carsico e da continuare a scorrere in ambiente subaereo, pur subendo magari qualche perdita (J. CVIJIĆ, *op. cit.*, p. 3). L'altra ipotesi, già sostenuta da Emm. de Martonne (E. DE MARTONNE, *Traité de Géographie physique*, vol. II, Parigi, 1962; cfr. pp. 660-661) e recentemente riproposta da P. Birot (*op. cit.*, p. 90), punta invece su una genesi comunque carsica di tali *cañones*: crolli successivi di volte di antiche gallerie sotterranee, scavate da un corso d'acqua che può aver avuto, di volta in volta, un percorso ipogeo od epigeo. Questa teoria, inoppugnabile là dove esista almeno un arco naturale, è più problematica da accettare per quei casi in cui l'attuale corso del fiume è interamente superficiale, come appunto il corso del Sentino e dell'Esino nelle due gole.

(48) J. DEMANGEOT, *op. cit.*, pp. 184-185.

a) Le gole sono state scavate in una formazione di roccia dura (calcare massiccio) soggiacente a formazioni di rocce relativamente molto più erodibili (calcari fittamente stratificati e alternati a marne, calcari impuri, ecc.). Normalmente in una tale disposizione stratigrafica il filo della valle, una volta raggiunto il piano di contatto tra le due formazioni, tende a mantenersi su questo e, pur nel graduale approfondimento, a scivolare lungo il tetto della formazione più dura (49). Nella gola del Sentino — così come nella Gola della Rossa — l'erosione ha invece attaccato la roccia più resistente in misura molto maggiore che la roccia più tenera, la quale infatti ricopre ancora le cime dei rilievi adiacenti. E' evidente che il fiume, una volta raggiunto il tetto della formazione massiccia, è stato attirato in essa dalla penetrabilità idrica del calcare, dato che non poteva esserlo dalla sua erodibilità, molto minore di quella delle rocce vicine. Ciò significa che l'incisione della gola si è iniziata grazie alla fratturazione del calcare massiccio, seguendo una linea di debolezza strutturale che può essere stata una faglia, o una semplice diaclasi, o anche una serie di leptoclasti. Una frattura nel calcare massiccio non è mai isolata, ma in genere fa parte di una complessa rete di diaclasi che attirano l'acqua in profondità: lo evidenziano le numerose grotte che si sono aperte in seno a diversi piani di frattura intersecantisi. E' molto probabile, dunque, che il corso del fiume abbia trovato, almeno per qualche tempo e almeno in parte, una via sotterranea.

b) Se il corso del Sentino e quello dell'Esino ci appaiono oggi interamente epigei, ciò può essere dovuto alla circostanza che l'attuale è un periodo di stasi morfologica; ma è probabile che nelle fasi di ringiovanimento le acque abbiano potuto, con l'intensificarsi della loro forza erosiva in senso verticale, allargare fessure della roccia fino ad insinuarvisi completamente. E' chiaro, comunque, che il sollevamento orogenetico deve essere stato lentissimo e a più riprese, se ha potuto permettere la formazione di gallerie sufficientemente ampie e con il tetto abbastanza esile da poter crollare.

(49) G. ROVERETO, *op. cit.*, vol. I, pp. 493-494.

GLI ASPETTI DEL CARSIKO

1. *Carso superficiale e carso di profondità*. — Il calcare massiccio, per la sua grande purezza e la sua minuta fratturazione, è una delle rocce più facilmente interessate dal processo di erosione carsica. Negli affioramenti delle due aree considerate il carsismo ha notevole sviluppo, ma limitatamente alle forme sotterranee. In superficie mancano del tutto, o quasi, le forme carsiche più vistose, quali doline, valleciole morte, campi carreggiati, e la corrosione esercitata dall'acqua meteorica sul calcare è attestata soltanto da scannellature incise verticalmente sulle pareti delle gole, e da piccole cavità alveolari scolpite dalla pioggia sulla groppa dei macigni, che anzi appaiono spesso tutti carciati da una rete di minuscole gallerie. Altre forme, più grandiose, di corrosione e di erosione, che appaiono in superficie, o sono dovute direttamente all'erosione fluviale (marmitte dei giganti, lungo il Sentino), oppure sono forme originariamente ipogee, smantellate dall'idrografia superficiale, come è accaduto per il Buco del Falco e per la finesira orografica sul Monte della Rossa. Ho riscontrato una sola dolina, di modeste dimensioni, sulla spianata sommitale della Rossa, già segnalata da E. Fossa-Mancini (50).

Sviluppo molto maggiore, nettamente preponderante, ha il carsismo di profondità. Per la zona di San Vittore di Frasassi, le cavità registrate al Catasto sono 72; per la Gola della Rossa, 9.

I motivi di questo squilibrio fra carsismo epigeo e speleocarsismo, che rappresentano qui uno dei problemi più appassionanti della morfologia appenninica (51), possono essere ricercati nelle condizioni litologiche, stratigrafiche e morfologiche.

(50) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino, ecc., cit.*, p. 65.

(51) Nel Gran Sasso, ad es., accade esattamente il contrario: all'abbondanza delle forme di dissoluzione superficiale fa riscontro la mancanza quasi assoluta di cavità ipogee e di tutti quei segni esterni, come inghiottitoi e forme di crollo, che possono manifestare l'esistenza di una notevole rete idrografica sotterranea.

Questa discordanza è stata segnalata da M. ORTOLANI e A. MORETTI (*op. cit.*; cfr. pp. 117-118), che però hanno precisato l'esistenza di molti inghiottitoi non distintamente riconoscibili perché esercitanti la loro funzione assorbente al di sotto di uno spesso strato alluvio-eluviale.

Il calcare massiccio, che è di grande purezza, si presta egregiamente all'erosione carsica; tuttavia non affiora in aree pianeggianti o suborizzontali, per cui riesce difficile la formazione di doline. I pendii meno ripidi, dal canto loro, sono costituiti, come si è notato, di calcari impuri, ai quali si alternano frequentemente strati di argilla, marna o selce, e perciò l'erosione chimica, che sembra avere un'importanza decisiva nella formazione delle doline, non può esercitarsi con sufficiente intensità. D'altra parte, queste formazioni più recenti, essendo generalmente dotate di maggiore plasticità o almeno di maggiore adattabilità (in quanto sono potute scorrere sui giunti di stratificazione), non presentano quella minuta fratturazione che il calcare massiccio ha, come sua caratteristica intrinseca, in stretta conseguenza della sua rigidità.

Il carsismo di superficie incontrerebbe quindi ostacoli:

a) nel modellamento plastico che la normale erosione fluviale ha impresso agli affioramenti di calcare puro;

b) nella natura litologica dei terreni che morfologicamente sarebbero i meno ostili al carsismo, in quanto costituiscono i versanti più dolci;

c) nella posizione stratigrafica dei diversi calcari: il calcare massiccio è quasi ovunque superiormente coperto dalle formazioni dei calcari meno puri.

Tale spiegazione resta comunque ipotetica, o almeno gravemente limitata: in altre regioni appenniniche non mancano forme carsiche superficiali in calcari stratificati e meno puri del calcare massiccio. Ancora una volta si avverte l'insufficienza di uno studio che non sia largamente comparativo.

2. Distribuzione delle cavità ipogee. — Lo studio della distri-

Anche J. DEMANGEOT (*op. cit.*, pp. 219-233) ha affrontato il problema: responsabili dell'anormale giovinezza del carso del Gran Sasso, che appare come un'eccezione confrontato con il carso molto più evoluto del versante tirrenico centrale e napoletano, sono forse, secondo l'autore, dislocazioni tettoniche della fine del Villafranchiano, che avrebbero ostacolato l'organizzazione del drenaggio sotterraneo, e condizioni climatiche sfavorevoli perdurate fino al Rissiano.

buzione delle cavità ipogee finora conosciute nelle due zone met-
te in luce due fatti:

1) Le grotte si aprono, per lo più, negli affioramenti di calcare massiccio e si sviluppano prevalentemente in questa formazione. Ciò può spiegarsi con le differenti proprietà fisico-chimiche dei diversi tipi di calcare: pur essendo possibile la formazione di cavità carsiche anche nei calcari marnosi, è tuttavia evidente che esse non possono avere notevole sviluppo, sia per la piccola potenza degli strati, sia perché possono essere facilmente intasate dai detriti della disgregazione e dai residui della dissoluzione, particolarmente abbondanti quando il calcare è impuro. Al contrario, nel calcare massiccio lo sviluppo delle cavità sotterranee è facilitato, oltre che dalla minuta fratturazione, anche dalla purezza della roccia, più facilmente solubile, dalla notevole potenza degli strati e dall'assoluta assenza di intercalazioni di rocce di altra natura. Non mancano tuttavia grotte scavate in parte o per intero in calcari stratificati e meno puri del calcare massiccio: in questi casi è chiaro che il ruolo principale è stato giocato dalla fratturazione.

2) Nella gola del Sentino, le principali cavità orizzontali appaiono distribuite in vari livelli.

M. Marchetti parla di tre piani, G. M. Villa ne nota un quarto, distinguendo le cavità che si sviluppano al livello del fiume da quelle che si elevano pochi metri al di sopra (52). La figura 5, che ho costruito in base all'altitudine degli imbocchi delle grotte di cui si conosce la quota (53), non mi sembra indicare

(52) M. MARCHETTI, *La zona speleologica di San Vittore di Frasassi*, cit., p. 73; G. M. VILLA e R. SANTUCCI, *op. cit.*, p. 337.

(53) La quota dell'imbocco di ogni grotta è generalmente indicativa del valore della quota media di tutta la cavità. Purtroppo il *Catasto speleologico delle Marche. Aggiornamenti*, di R. BADIALI, A. BOCCHINI e P. UNCINI (Iesi, Flori, 1969) indica l'altitudine di soli due terzi circa delle cavità registrate: vi sono comprese comunque tutte le grotte più notevoli. Ma altre numerose cavità, per lo più di modeste dimensioni e di recente scoperta, si aprono ad un livello intorno e sopra ai 600 m.s.m. Il loro scarso sviluppo può essere spiegato con una minore estensione, a quella quota, dei banchi calcarei, in immersione sotto i terreni superiori; c'è inoltre da tener presente che spesso queste brevi caverne sono il residuo di più ampie cavità smantellate dall'erosione fluviale, e che, specie a quella quota, esse sono in avanzata fase di fossilizzazione. Non si può quindi dedurre con cer-

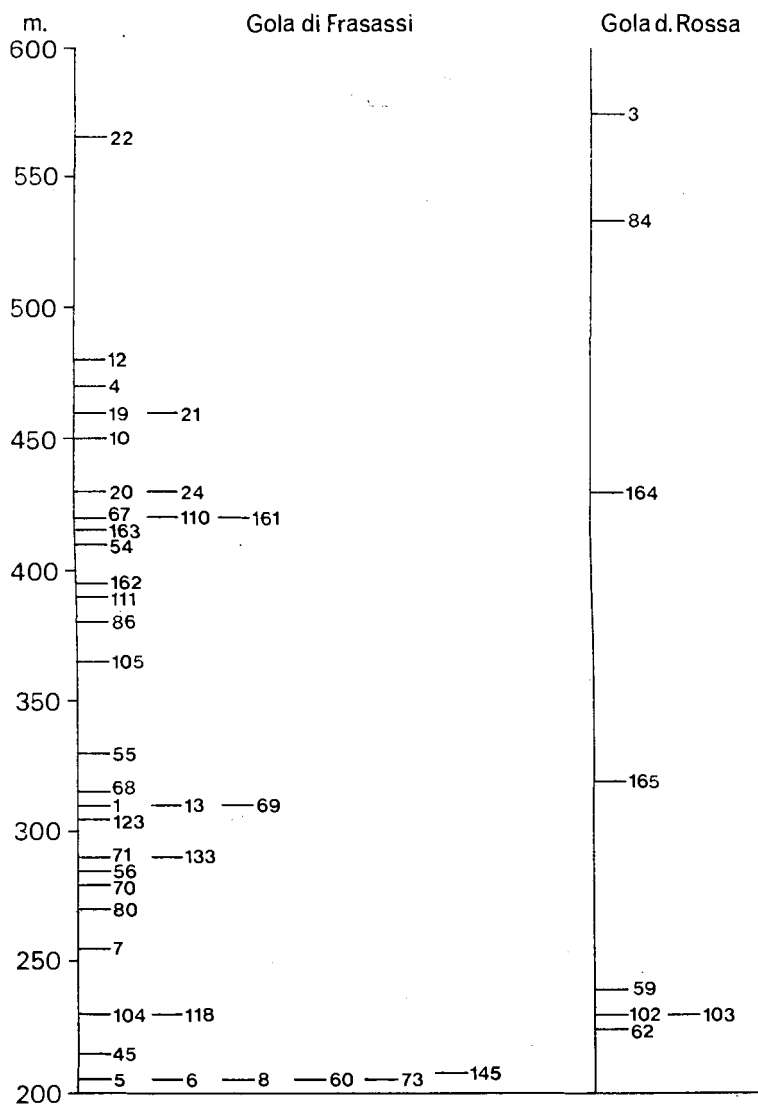


FIG. 5 — DISTRIBUZIONE ALTIMETRICA DELLE CAVITA'.

(Il numero accanto ad ogni lineetta corrisponde a quello catastale di ogni cavità).

una distribuzione per livelli molto ben distinti. Inoltre, c'è da considerare che spesso all'interno di una grotta si possono riconoscere due o tre piani secondari: gli esempi più significativi sono la Grotta del Fiume e il complesso Buco Cattivo-Caverna del Tasso (figg. 10 e 13).

I vari livelli, siano essi tre o quattro o anche di più, hanno comunque importanza per un loro preciso significato morfogenetico. Ma a questa considerazione bisogna premettere un'osservazione su forme cave orizzontali (tipo Buco Cattivo-Caverna del Tasso) e forme cave ad andamento verticale o quasi verticale. Se le prime sembrano di gran lunga prevalere, è solo perché sono le più accessibili e quindi le più conosciute; in realtà numerosissimi sono i camini, i pozzi, i cunicoli in forte pendenza che non si sono potuti esplorare perché troppo angusti, o perché attualmente ostruiti da frane o anche irraggiungibili, o perché occupati dall'acqua. Ed effettivamente nello speleocarsismo sono funzionalmente più importanti i condotti verticali che non le cavità a fondo orizzontale: l'erosione carsica si esercita soprattutto nel senso verticale, e le cavità orizzontali non sono che parti di letti, intercalate di solito fra un camino e un pozzo, e provvisorie, perché l'acqua tende sempre a scendere utilizzando tutte le fessure fino a raggiungere il livello di base; questo nel nostro caso è verosimilmente rappresentato dal letto del Sentino, al livello del quale il moto discendente termina e l'erosione e la corrosione si esercitano piuttosto in senso orizzontale, generando cavità a sviluppo orizzontale.

Ecco quindi che i livelli in cui sono distribuite le più notevoli grotte orizzontali di San Vittore assumono un preciso significato: essi testimoniano altrettante fasi di stasi morfologica, seguite ognuna da un ulteriore approfondimento del letto del Sentino (54) e, parallelamente, delle forme carsiche ad esso vicine. Tale interpretazione comunque sarà valida nella misura in cui il Sentino ci apparirà come il collettore di almeno una buona parte del sistema idrografico carsico qui considerato.

tezza dalle loro piccole dimensioni un minore sviluppo del carsismo o l'assenza di un livello idrologico.

(54) G. M. VILLA e R. SANTUCCI, *op. cit.*, p. 337.

3. *L'idrologia sotterranea*. — Le attuali condizioni idrologiche delle grotte possono così essere sintetizzate:

1) corsi d'acqua perenni scorrono soltanto sul fondo delle cavità disposte all'incirca al livello del Sentino (Grotta del Fiume, Grotta Bella, Grotta Solfurea), mentre mancano completamente in quelle situate al di sopra dei 250 m.s.m., nelle quali la circolazione idrica appare in genere temporanea e strettamente condizionata dalle precipitazioni atmosferiche;

2) ristagni di acqua, anche notevoli, perenni e talvolta a livello permanente, possono trovarsi a qualsiasi quota (Grotta dell'Inferno, Grotta dell'Infinito, Grotta del Fiume);

3) acqua solfurea si trova soltanto nelle cavità a livello del Sentino.

L'unica sorgente nota, di una certa entità, che sia in relazione con i terreni carsificati, è quella di acqua solfurea che sgorga sul greto del Sentino, presso lo sbocco orientale della gola, sotto il ciglio della strada provinciale, a quota 205.

Nella serie dei terreni che fanno da mantello al calcare massiccio si inserisce infatti un gruppo di calcari, noti come scisti a fucoidi, che rappresenta, per la circolazione idrica sotterranea, un diaframma impermeabile anulare continuo. Questo isola un bacino imbrifero centrale (costituito dal calcare massiccio e dai calcari più o meno permeabili immediatamente sovrapposti) da un bacino imbrifero periferico, anulare, costituito dal permeabile calcare maiolica, limitato all'interno dagli scisti a fucoidi e all'esterno dalla scaglia, poco permeabile (55).

La sorgente solfurea è l'unica che si conosca nel bacino imbrifero centrale. Delle altre sorgenti, alcune (sorgenti di Vallemania, Casa Fontefresca, Rosenga, sorgente della sella fra Monte Rimosse e Monte Le Conche, sorgenti di San Cristoforo e del Pianello) costituiscono il deflusso delle acque penetrate negli strati superiori degli stessi scisti o nei detriti che spesso li ricoprono, altre (sorgente fra Cerqueto e Pierosara, sorgente presso la confluenza del Sentino con l'Esino, sorgente di Varabara, sor-

(55) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino, ecc., cit.*, p. 63.

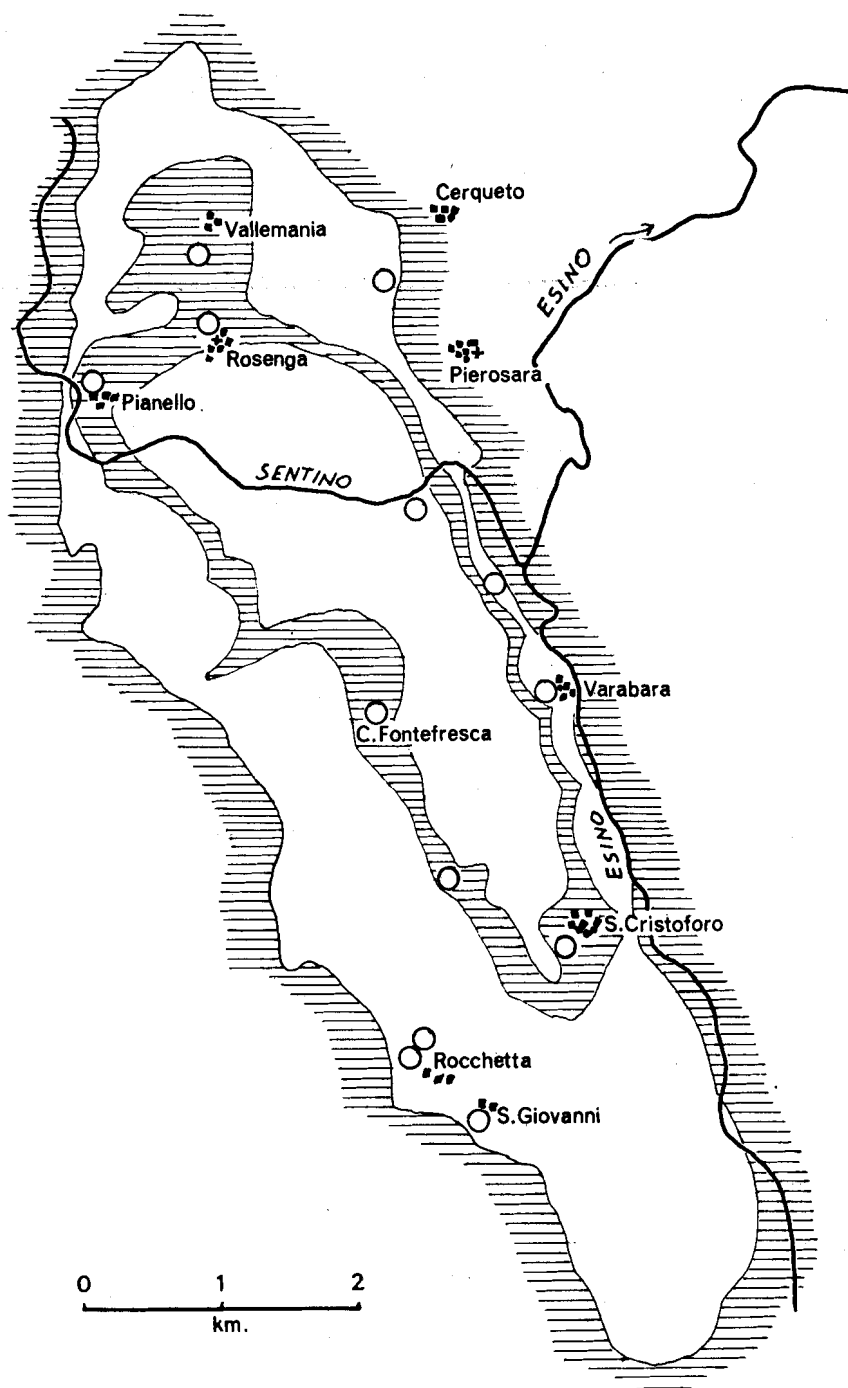


FIG. 6 — DISTRIBUZIONE DELLE SORGENTI IN RAPPORTO AGLI AFFIORAMENTI DI FORMAZIONI IMPERMEABILI (SCISTI A FUCOIDI E SCAGLIA) NELL'AREA DELLA GOLA DEL SENTINO.

(A tratteggio orizzontale gli scisti a fucoidi e la scaglia; in bianco i calcari impermeabili).

gente sotto San Giovanni di Rocchetta) sono costituite dall'acqua che, penetrata nel calcare maiolica e giunta al contatto di questo con la scaglia, trabocca per sbarramento (fig. 6).

Anche la sorgente solfurea è di trabocco per sbarramento. Si può, infatti, escludere che si tratti di risorgenze delle acque del Sentino, dato che il fiume ha nella gola una pendenza molto lieve e il dislivello è troppo piccolo perché l'acqua acquisti una pressione sufficiente per fuoriuscire attraverso i piccoli meati della roccia; secondo il Fossa-Mancini si tratta piuttosto dell'acqua caduta e penetrata nei calcari del bacino imbrifero centrale: l'acqua piovana, ricca di anidride carbonica d'origine atmosferica ed organica, decomporrebbe la pirite che si è visto disseminata in noduli di agglomerati cristallini nei calcari con pirite, e libererebbe idrogeno solforato. Le acque debbono però poter agire per un tempo sufficientemente lungo, per cui bisogna ammettere che esse rimangano in relativa quiete in un ampio bacino interno, in cui il ricambio avvenga molto lentamente. Questa falda, da intendersi naturalmente, essendo in rocce calcaree, come una zona di circolazione idrica canalizzata in un sistema di vasi comunicanti, piuttosto che come lo specchio d'acqua continuo proprio delle rocce porose, si estenderebbe all'interno dei monti Frassassi e Valmontagnana, limitata tutt'attorno dalle formazioni degli scisti a fucoidi. Ammettendo che il livello piezometrico raggiunga perifericamente, in media, i 250 m.s.m. (56), si avrebbe una falda la cui proiezione orizzontale è oltre due volte e mezzo maggiore di quella del bacino imbrifero. Su tale ampia superficie l'acqua ha modo di agire lungamente nella lenta decomposizione della pirite (57). Questa deve aver luogo ad una certa distanza dalla sorgente, dato che l'acqua mineralizzata è perfettamente incolore e la roccia vicina non è tinta in giallo.

Che la sorgente solfurea sia di trabocco per sbarramen-

(56) E. FOSSA-MANCINI (*Geologia e idrologia della gola del Sentino*, ecc., cit., p. 68) lo ritiene probabile in base ad una carta, da lui costruita, delle « isolipse strutturali del probabile andamento della superficie limite inferiore degli scisti a fucoidi ».

(57) Infatti altre sorgenti dell'Appennino marchigiano, essendo di deflusso e quindi con un ricambio molto rapido, non sono sensibilmente mineralizzate, pur essendo in relazione con calcari pirritici (E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino*, ecc., cit., p. 71).

to (58) è dimostrato anche dalla posizione delle quattro polle. Queste (tre a destra dell'alveo, ed una, povera ed intermittente, a sinistra) si aprono in rocce non facilmente individuabili perché frantumate e ricementate o milonitizzate: siamo infatti in corrispondenza della faglia che tronca a levante l'anticlinale. Questo accidente tettonico è molto ben visibile sulla parete della gola, dove i recenti lavori per l'ampliamento della strada che la percorre hanno fatto affiorare roccia fresca: agli strati appena inclinati del calcare massiccio si appoggiano quelli subverticali dei terreni superiori, che, sebbene molto ridotti in potenza, appaiono tutti rappresentati, dal Lias medio al Cretaceo inferiore. Ma ciò che qui più interessa è naturalmente la posizione della formazione impermeabile degli scisti a fucoidi (fig. 7): questa

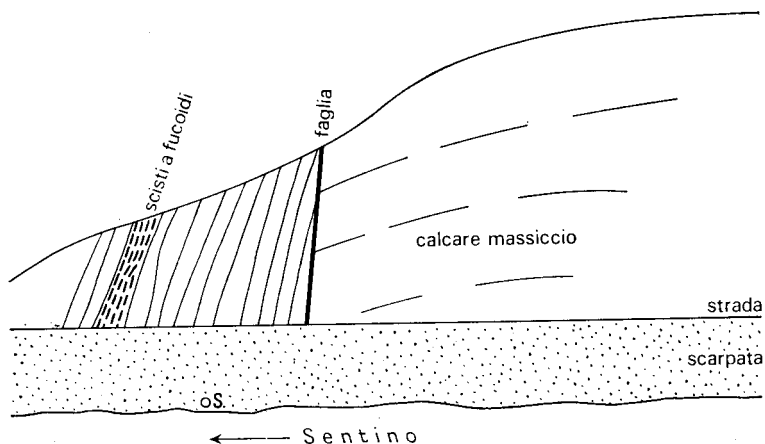


FIG. 7 — POSIZIONE DELLA SORGENTE SOLFUREA (S) RISPETTO ALLA FAGLIA E AI TERRENI IMPERMEABILI.

(58) Le sorgenti di questo tipo, dovute ad uno strato impermeabile sovrapposto ad una formazione acquifera sul fianco di un'anticlinale, sono generalmente ubicate lungo i punti di contatto tra i due terreni. Quando quello acquifero è però costituito, come nel nostro caso, di roccia calcarea, la sorgente può emergere non proprio al contatto con la formazione impermeabile, ma in prossimità di questa; ciò avviene, ovviamente, per il tipo stesso di circolazione che si determina nelle rocce carsiche: circolazione canalizzata lungo linee preferenziali. Pertanto non è sempre facile, nelle aree calcaree, distinguere nettamente le sorgenti di contatto (quelle cioè dovute ad un contatto permeabile-impermeabile) dalle sorgenti carsiche vere e proprie, dovute semplicemente all'incontro di un canale con la superficie topografica (cfr. CAM. COMM. IND. ART. AGR. DI MACERATA, *Le sorgenti della Provincia di Macerata*, Macerata, vol. I, 1969, p. 38).

affiora qualche decina di metri a levante della sorgente (59), indicando così chiaramente la sua funzione di sbarramento ad una falda carsica che ha canalizzato le sue acque in funzione di linee diaclasiche e paraclasiche e in funzione del livello di sbocco rappresentato dal Sentino.

Si è già detto che la sorgente solfurea di San Vittore costituisce l'unico sbocco noto della circolazione idrica interna alle rocce carsificate. Il suo rendimento rispetto alla quantità di pioggia che cade annualmente sul bacino imbrifero centrale è del 17% circa, una percentuale piuttosto bassa, ma c'è da tener presente che una parte dell'acqua scorre superficialmente lungo le pareti della gola senza infiltrarsi, e una parte penetra, ma viene arrestata e fatta fuoriuscire dai lembi marnosi del Lias superiore (60).

Resta comunque il problema della circolazione di acqua dolce che nelle grotte del livello inferiore si svolge parallela e, almeno in certi periodi, indipendentemente da quella di acqua solfurea. Il Fossa-Mancini non poteva esserne a conoscenza, non essendo stata ancora scoperta ed esplorata la Grotta del Fiume, descritta per la prima volta nel 1950 da M. Marchetti (61). Dal rilievo planimetrico della cavità, allegato alla relazione dello speleologo anconetano, appare che l'acqua solfurea circola soltanto nelle diramazioni orientali della grotta; durante le più recenti esplorazioni, però, si è notato che nei periodi di piena anche l'acqua della parte occidentale è sensibilmente mineralizzata: ciò fa supporre che le due circolazioni, quella d'acqua dolce e quella d'acqua solfurea, normalmente indipendenti, entrino allora in comunicazione. Resta il fatto che l'acqua perennemente solfurea circola nella parte est della Grotta del Fiume (fig. 10), nella Grotta Solfurea, nella Grotta Bella e nella Grotta delle Terme: cioè nelle cavità più vicine ai calcari piritici responsabili della mineralizzazione. Questo conferma quanto sostenuto dal Fossa-

(59) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino*, ecc., cit., p. 68.

(60) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino*, ecc., cit., p. 69.

(61) M. MARCHETTI, *La zona spelologica di San Vittore di Frasassi*, cit., pp. 78-80.

Mancini; però l'esistenza di una circolazione di acqua dolce o almeno non sensibilmente mineralizzata indica che non tutto il bacino imbrifero centrale è interessato uniformemente dalla mineralizzazione.

Quali siano i rapporti fra le due reti idriche e dove sbocchi l'acqua dolce della Grotta del Fiume sono problemi che potrebbero essere almeno in parte chiariti da semplici esperimenti sul posto e da analisi di laboratorio e sono di un estremo interesse in quanto rientrano nel quadro della dibattuta questione dell'acqua di fondo dei massicci calcarei (62).

4. *Origine delle cavità.* — Anche se le grotte idrologicamente inattive sono poche, è tuttavia evidente che l'attività idrica attuale è molto limitata; se questa può spiegare il gran numero di concrezioni che riempiono le cavità, non può certo giustificare da sola uno sviluppo così diffuso delle forme di erosione, per le quali è necessario invocare l'azione erosiva e corrosiva delle violente correnti sotto pressione che certo dovettero agire a lungo nei periodi geologici delle grandi precipitazioni (63). Numerosissime e svariate le forme di erosione: pareti fortemente frastagliate da incavature e sporgenze, corridoi a sezione circolare, pon-

(62) A questo riguardo la posizione dei più autorevoli studiosi del carso varia dall'affermazione dell'esistenza di una zona freatica al di sotto di una zona vadosa (Grund, Cvijić, Boegan, Davis) all'opinione che nei massicci calcarei esistano soltanto corsi d'acqua indipendenti (Martel) alla teoria di una circolazione canalizzata a due zone: una superiore, «zona a tipo fluviale», ed una inferiore, «zona a pressione idrostatica» (Lehmann). Recentemente W. Maucci ha tentato di conciliare queste posizioni, considerando le rispettive teorie come espressioni delle diverse fasi attraverso le quali si evolverebbe la circolazione ipogea in un olocarso a idrografia autoctona (W. MAUCCI, *Considerazioni sistematiche sul problema dell'idrografia carsica ipogea*, in «Actes 2^e Congr. Intern. de Spéléol.», Bari-Lecce-Salerno, 1958», I, 1962, pp. 23-43).

(63) Il clima influisce sull'evoluzione del carso non solo direttamente con i suoi elementi (la quantità delle precipitazioni e la temperatura concorrono a determinare l'intensità dell'erosione e della corrosione), ma anche indirettamente attraverso il mantello vegetale (la corrosione è massima nelle zone boschive). Da qui l'importanza della successione cronologica dei paleoclimi, e quindi la necessità di considerare il carso attuale non come uno stadio più o meno avanzato di una evoluzione ciclica a senso unico, ma come il risultato di una particolare successione climatica che può essere stata differente da regione a regione. Così H. ENJALBERT, *La genèse des reliefs karstiques dans les pays tempérés et dans les pays tropicaux*, nel vol. *Phénomènes karstiques*, «Mémoires et Documents», Parigi, C.N.R.S., 1968, pp. 295-327.

ti naturali (grotte dell'Inferno, dell'Infinito, del Fiume), gallerie che sono il residuo di solchi incisi nel soffitto di sale ormai intasate dai materiali di riempimento (64).

Tutto il complesso speleocarsico si è impostato su una rete di fratture e giunti di stratificazione, la quale però non riesce sempre distintamente riconoscibile, tanto è stata alterata dall'erosione e dai depositi chimici e clastici. In alcuni casi è tuttavia facile individuare la frattura originaria, o dall'inclinazione delle pareti e della volta (Grotta del Vernino, Caverna dell'Inferno, Grotta di Mezzogiorno) o, più raramente, dallo specchio di faglia e dalla breccia di frizione in qualche punto ben visibili, come nella Grotta del Fiume (65). Dove non si notano grandi fratture verticali l'acqua dovrebbe aver agito, per aprirsi un passaggio, in una primitiva fessura orizzontale originatasi in seno a giunti di stratificazione (Grotta dell'Infinito, Grotta del Pescatore), ma non è escluso che all'origine di alcune cavità possano essere state brevi fratture delle quali non è rimasta traccia.

Dell'origine della Grotta di Frasassi si occupò per primo G. Scarabelli, secondo il quale essa avrebbe cominciato a formarsi per erosione marina all'inizio dell'emersione dei terreni liassici; sarebbe poi stata invasa dalle acque del Sentino e quindi abbandonata anche da queste per l'approfondimento del livello di base (66). Lo Scarabelli fondava il suo ragionamento, che oggi può apparire un po' ingenuo e sbrigativo anche se non era privo di osservazioni perspicue, esclusivamente sull'esame dell'atrio, prescindendo sia dagli sviluppi interni della cavità, sia dalle grotte dell'area periferica, molte delle quali peraltro erano ancora sconosciute.

Con G. Scarabelli non è d'accordo E. Fossa-Mancini, che attribuisce l'origine della grotta interamente all'erosione sotterranea e la classifica come caverna « interposta » (67).

(64) E' il caso delle gallerie laterali della Grotta di Frasassi, secondo G. M. VILLA e R. SANTUCCI, *op. cit.*, p. 335.

(65) G. PERNA e R. POZZI, *op. cit.*, p. 3.

(66) G. SCARABELLI-GOMMI-FLAMINI, *op. cit.*

(67) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino, ecc., cit.*, pp. 65-66.

Oggi, dopo la scoperta della comunicazione con la Grotta di Mezzogiorno, una cavità che si presenta come un seguito ininterrotto di fenditure, è chiaro che la direttrice fondamentale del processo speleogenetico è stata la rete diaclasica, variamente ampliata non solo lateralmente, ma anche in senso verticale: dall'alto in basso e viceversa. L'azione « evorsiva » delle acque turbinate in pressione commiste a detriti è testimoniata dai profili longitudinali di quasi tutte le cavità, ovunque appaia una volta fortemente erosa. Secondo alcuni speleologi, gli stessi camini che perforano il soffitto di molte cavità sarebbero dovuti all'evorsione, alla quale si sarebbero poi associati i franamenti. Questi ultimi hanno avuto certo un ruolo determinante nella formazione delle grandiose sale allargatesi gradualmente nei punti di incrocio di preesistenti condotti: i grandi vani appaiono infatti ancor oggi nodi di confluenza di diverse gallerie o cunicoli ed hanno la volta fortemente incavata al di sopra di cumuli di blocchi rocciosi.

Ammassi di pietrisco o comunque di materiali di frana si trovano spesso alla base di camini *grosso modo* conici, che in qualche caso raggiungono la superficie esterna. Il Buco del Diavolo e il Buco Cattivo hanno infatti l'ingresso verticale: l'uno inizia con una voragine « a bottiglia » apertasi all'esterno per erosione dal basso in alto (68), sul fondo della quale è un deposito di pietrisco; l'altro inizia con un pozzo non molto profondo, anch'esso notevolmente allargato alla base e sovrastante un cumulo di massi (figg. 12 e 13). In entrambi i casi appare evidente dalla stessa sezione longitudinale che il pozzo, il quale oggi collega il sistema ipogeo con la superficie, si è formato accidentalmente, per franamento di volta scalzata alla base dall'azione corrosiva erosiva ed evorsiva delle acque.

Il collegamento con l'esterno sembra meno accidentale nelle altre cavità, in cui l'ingresso, a prescindere dal cumulo di detriti che sempre ingombra l'atrio, si presenta disposto su un piano orizzontale o in lieve risalita verso l'interno: in questi casi, pur essendo stata messa alla luce dalla normale erosione fluviale esterna e variamente allargata dalla degradazione meteorica, l'aper-

(68) G. M. VILLA e R. SANTUCCI, *op. cit.*, p. 336.

tura ha tutta l'aria di essere stata lo sbocco di un corso d'acqua sotterraneo verso il Sentino, ora abbandonato per l'abbassarsi della falda carsica. E' quello che si può ancor oggi osservare, in proporzioni ridotte, nella sorgente di San Vittore che sbocca sul greto del fiume da un cunicolo della Grotta Solfurea.

ANALISI DELLE PRINCIPALI CAVITÀ

Per chiarezza di esposizione è opportuno suddividere l'intero distretto carsico in quattro settori, raggruppando le grotte in base alla loro posizione. Esse si addensano particolarmente sulle due pareti della gola del Sentino: una trentina si distribuiscono sul fianco meridionale del Monte di Frasassi e altrettante sul versante settentrionale del Valmontagnana. Sul fianco orientale di questo si aprono una decina di grotte in genere ben distanziate e quasi tutte di notevole sviluppo. Le nove cavità della Gola della Rossa sono invece più piccole e forse meno interessanti, tranne la ben nota Grotta del Vernino (69).

1. *Le grotte del Monte di Frasassi.* — Due di esse, la Grotta di Mezzogiorno e la Grotta di Frasassi, costituiscono insieme un grande complesso carsico, che attrae lo studioso per la varietà e l'imponenza delle forme, e lo sportivo per le difficoltà e i rischi dell'esplorazione.

L'ingresso della Grotta di Mezzogiorno (numero catastale: 4 Ma-An; coordinate: UJ35080785) (fig. 8) si apre a quota 470. L'atrio è una caverna molto alta ed ampia, sulla cui parete destra si apre un secondo vano con il pavimento costituito da un interessante deposito di terriccio, carboni e ceneri (70). Un corridoio, che si apre nella parete frontale dell'atrio, immette

(69) Per questa rassegna mi sono servita, oltre che degli articoli già citati di M. Marchetti e di G. M. Villa, soprattutto di notizie e relazioni inedite molto gentilmente fornitemi dagli speleologi della Sezione C.A.I. di Iesi e del gruppo A.S.C.I. di Fabriano, che hanno messo a mia disposizione tutto il loro prezioso materiale cartografico e mi hanno guidata nelle escursioni in grotta.

(70) S. M. PUGLISI, *Gli scavi nella Grotta del Mezzogiorno*, in «Bull. di Paleontol. Ital.», Roma, 1956, pp. 502-521. La potenza complessiva del deposito è di poco inferiore ai quattro metri.

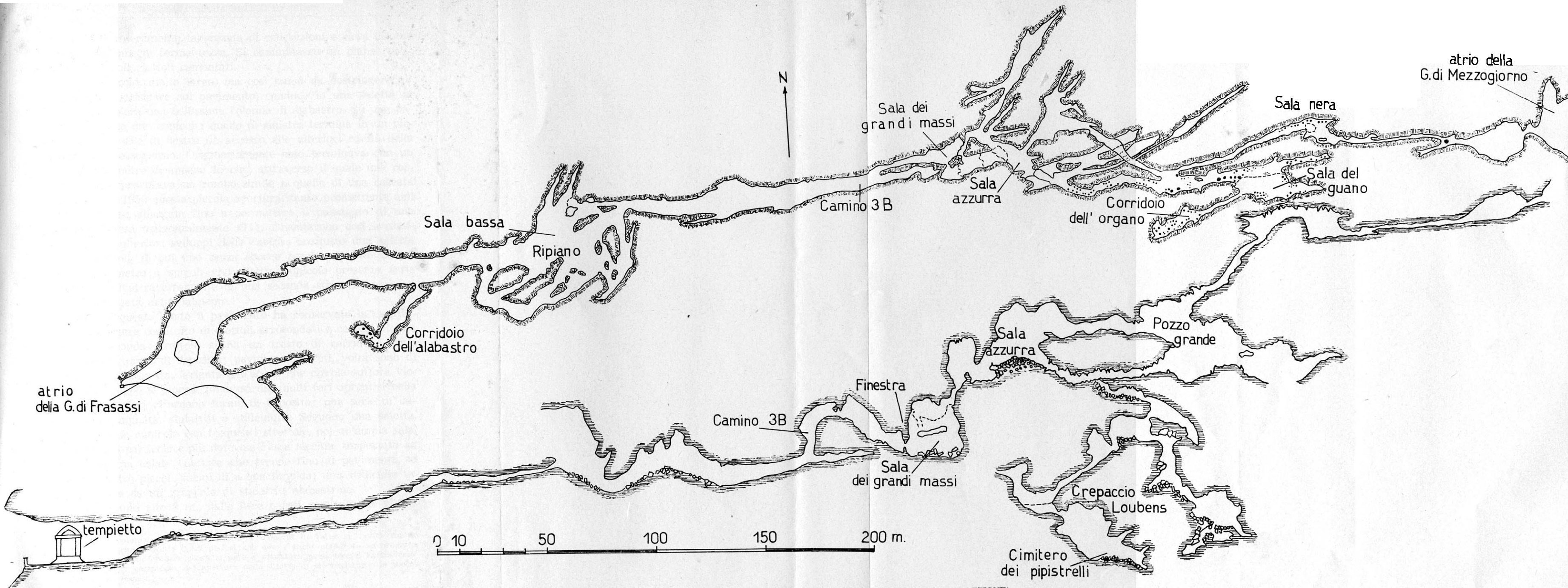


FIG. 8 — IL COMPLESSO GROTTA DI FRASASSI-GROTTA DI MEZZOGIORNO (PLANIMETRIA E SEZIONE).
(Rilievi del Gruppo speleologico del C.A.I. di Iesi).

in una sala interamente tappezzata di concrezioni e ricca di stalattiti e colonne di forma tozza. Si cammina su un piano costituito di piccoli ciottoli cementati.

Un cunicolo, molto largo, ma così basso da costringere gli speleologi a strisciare sul pavimento, conduce in una saletta al cui centro spicca una bellissima colonna di alabastro. Su una parete si aprono due cunicoli: quello di sinistra termina in un piccolo vano, quello di destra dà accesso alle ulteriori cavità della Grotta di Mezzogiorno. Originariamente esso terminava con un foro del diametro di appena 15 cm., attraverso il quale una corrente d'aria provocava un rombo simile a quello di una cascata d'acqua. Nel 1950 questa piccola apertura, tanto promettente agli esploratori, fu allargata fino a permettere il passaggio di una persona distesa orizzontalmente (71). Diventarono così accessibili i primi ulteriori sviluppi della cavità: anzitutto una saletta e due cunicoli, di cui uno senza sbocco perché ostruito da un cumulo di pietre a spigoli vivi; l'altro cunicolo presenta serie difficoltà nell'attraversamento di una seconda strettoia, anch'essa ora allargata artificialmente.

Fino a questo punto il pavimento ha conservato la caratteristica di essere costituito di ciottoli arrotondati e cementati; ma oltre la seconda strettoia si ha un tratto di corridoio privo di qualsiasi forma di deposito: pavimento, pareti, volta sono di roccia viva, fessurata, levigata dall'acqua che circola tuttora violentemente dopo le piogge, immessa dai molti fori apertisi nella volta. Poco oltre ritornano forme di deposito: una serie di bacinelle a gradinata, stalattiti e stalagmiti. Seguono una saletta, poi ancora un cunicolo con frequenti strettoie, poi un'ampia sala. In questa, il particolare più notevole è una nicchia, tappezzata da una bellissima colata calcarea che scende fino al pavimento, ai margini di tre piccoli bacini di acqua limpida; uno stillicidio intenso scende da un grappolo di stalattiti alabastrine.

Un camino alto 8 m., dalle lisce pareti verticali che richie-

(71) Le esplorazioni che portarono alla scoperta di tutta la cavità furono condotte dal Gruppo Grotte C.A.I. di Iesi, che aveva anche elaborato un progetto, poi accantonato, per rendere possibile pure a visitatori meno esperti l'attraversamento dell'intero complesso, dall'apertura della Grotta di Mezzogiorno allo sbocco di quella di Frasassi.

dono l'impiego di particolari tecniche alpinistiche, conduce alla Sala Nera, il cui nome è dovuto alla presenza di incrostazioni di colore scurissimo. Altre due comunicazioni a pozzo esistono fra la precedente sala dei bacini e questa Sala Nera, che è resa interessante dalle grandi colonne, dalle stalattiti, dalle stalagmiti, e da una fossa di erosione che attraversa una parte del pavimento.

In fondo alla sala, là dove il pavimento si abbassa fortemente, dietro una selva di colonnine ha inizio una galleria tubolare pure inclinata verso il basso. Pareti e volta presentano tratti ancora nudi; il pavimento è ricoperto di concrezioni mammellonari particolarmente nel primo tratto, mentre nel tratto inferiore la modesta circolazione idrica attuale ha accumulato un abbondante deposito terroso. La galleria termina sulla bocca superiore di un grande pozzo crepacciforme, che si sprofonda per 35 m., dando accesso ad una nuova serie di cavità.

Il crepaccio è una enorme fessura (larga dai 2 ai 3 m. e di una lunghezza non ancora precisabile essendo sfuggita ad una esplorazione completa), che è longitudinale rispetto all'andamento generale di tutta la grotta e si sprofonda non perpendicolarmente, ma con una lieve inclinazione da nord a sud.

Man mano che si scende (è consigliabile una scala di corda o di acciaio, oltre alla normale fune di sicurezza) si notano bellissime concrezioni ocracee nella parete sud e concrezioni scure nella parete nord, tutta incisa da scannellature di erosione. Il fondo del crepaccio è per buona parte ricoperto di terra sedimentata dalle acque; presso la parete sud si ergono alcune colonne di alabastro, alte circa 10 metri.

Dalla base del crepaccio, percorrendo la diramazione orientale, si giunge ad un trivio: uno dei rami non ha sviluppi notevoli, gli altri due portano rispettivamente alla volta e alla base della cosiddetta Sala del Guano. E' consigliabile scegliere il ramo di destra che, al di là di due gradini di 4 m. di dislivello totale, sbocca sul pavimento della sala. Un potente deposito di guano si estende per una superficie di m. 12×8 ; una selva di colonnine ceree, sul lato sud, tiene occultata l'apertura del Corridoio dell'Organo, così denominato per un allineamento di colonne che emettono suoni caratteristici quando vengono percosse.

Se, partendo dal fondo del crepaccio, si segue la diramazione occidentale, attraverso una galleria ricchissima di concrezioni di grande purezza si giunge alla Sala Azzurra, che deriva il suo nome dalla colorazione scura di numerose cortine. Si tratta di un vano molto ampio: la base ellissoidale è di m. 28×12 circa, la cupola raggiunge i 30 metri.

Dalla suggestiva galleria che conduce alla Sala Azzurra si dipartono tre cunicoli che si ricongiungono e sboccano su una grande cavità crepacciforme, sprofondata verso nord-est con un succedersi di gradini, che sono costituiti da grandi massi non cementati se non in rarissimi punti. Si tratta del Crepaccio Loubens, un complesso di cavità esplorato nel 1952, ma ancora non interamente noto agli stessi speleologi. In esso si distinguono, fra spaccature, blocchi di roccia franati e camini inaccessibili, una Sala inferiore del Guano e un vano denominato Cimitero dei Pipistrelli (72), in cui la grotta raggiunge la sua massima profondità: 173 metri dall'ingresso.

Ma, contrariamente alle attese, non fu il Crepaccio Loubens ad offrire il passaggio per la Grotta di Frasassi. Sul pavimento della Sala Azzurra fra grandi macigni si apre un pozzo di circa 7 metri. Vi si scende, e, dopo aver superato una paretina di 4 o 5 m., si trova l'imboccatura di un pozzo crepacciforme con diverse diramazioni intercomunicanti, che conducono ad una sala piena di massi in caotico disordine, cumuli di fango e concrezioni di ogni genere. Nella parete nord-est un'apertura tipo finestra immette in un altro vasto ambiente. Alla sinistra della finestra si risale per una venticinquina di metri e si giunge in una saletta fitta di colonne. Un pozzo profondo circa 16 m. sbocca sulla volta della parte terminale della Grotta di Frasassi.

La Grotta della Beata Vergine di Frasassi (numero catastale: 1 Ma-An; coordinate: UJ34310780) si apre a

(72) La denominazione, dovuta a un cumulo di scheletri di chiroteri che ricopre il fondo della cavità, acquista un tono particolarmente suggestivo se è vero che « i pipistrelli scelgono essi stessi un posto per venirvi a morire », come scrive F. ANCIAUX (*Observations sur une colonie de murins — myotis myotis borkhausen — dans la grotte de Han-sur-Lesse, Belgique*, in « Rass. Speleol. Ital. », Como, 1954, n. 4, pp. 167-183), basandosi anche su una testimonianza di H. TRIMMEL, *Temperaturbedingtes Massensterben von Fledermäusen in Höhlen*, in « Wetter und Leben », maggio 1949, pp. 13-16.

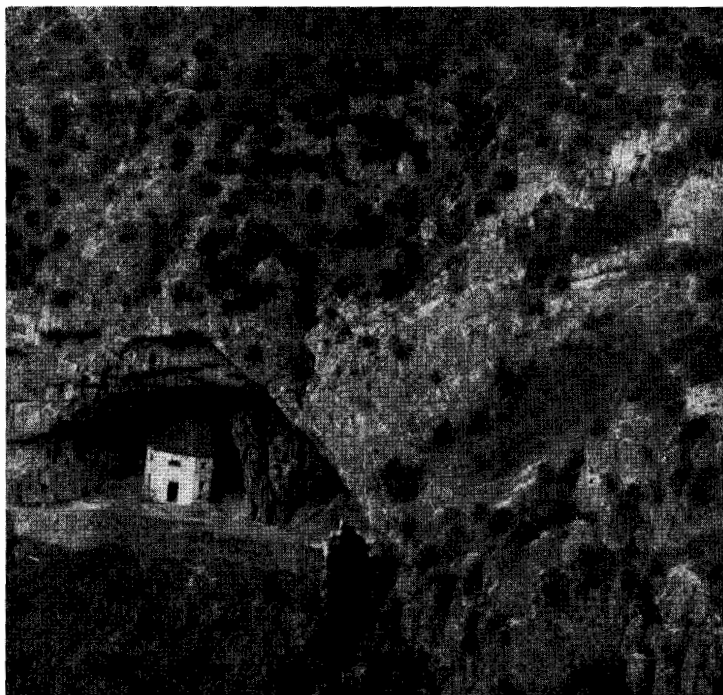


FIG. 9 — L'INGRESSO DELLA GROTTA DI FRASASSI VISTO DALLA PARETE DEL VALMONTAGNANA.

(fot. M. A. Bocchini Varani)

quota 310, al termine di una breve mulattiera che, dipartendosi dalla provinciale, sale lungo la parete sud del Monte di Frasassi. Tale via fu fatta aprire da Papa Leone XII, per rendere più agevole l'accesso al tempietto da lui stesso eretto nell'atrio della grotta. Comunque un sentiero doveva già esistere, se nel 1809 V. Procaccini Ricci parlava di una più antica cappelletta posta di lato all'antro, sull'ingresso della diramazione detta Grotta Piccola di Frasassi (13 Ma-An): «poche pietre, ed anco non ben riunite, e ricoperte da mal sicuro tetto circoscrivono piccol recinto capace d'un Altare e di contenere alquante persone » (73). Il piccolo tempio a pianta ottagonale fu eretto su disegno del

(73) V. PROCACCINI RICCI, *op. cit.*, pp. 14 e 15.

Valadier al centro del grande atrio, che fu a tale scopo ampliato con l'asportazione di gran parte del potente deposito alluvio-eluviale che ne ricopriva il pavimento (74). Residuo di tale sedimento è un ammasso di terriccio giallastro addossato alla parete di fondo, ammasso che sale fino al piano della galleria che dà inizio alla grotta vera e propria (fig. 8).

Questo lungo corridoio si addentra con fondo accidentato per un centinaio di metri, senza presentare apprezzabili diramazioni, tranne un braccio che per la presenza di numerose concrezioni colonnari ha preso il nome di Corridoio dell'Alabastro. La lunga galleria principale sbocca in una serie di vani che si allargano notevolmente in senso orizzontale (Sala Bassa, Ripiano) con diverse diramazioni (75). Le pareti e il pavimento sono spesso nerastri per guano o per terriccio; sono notevoli diverse forme di vermicoliti (76), talora a ramificazioni grigio-marro-ne, talora a piccoli bugni grigi sullo sfondo bianco della roccia (77).

(74) Secondo lo Scarabelli i lavori per la costruzione della stradina e del tempio non alterarono sostanzialmente l'ingresso e la parete in cui esso si apre: l'ampliamento dell'antro consisté tutto nel liberarlo dal deposito (G. F. SCARABELLI-GOMMI-FLAMINI, *op. cit.*; cfr. p. 91). A. Brandimarte, assistendo agli scavi per l'erezione del tempio, si stupiva della presenza dei numerosi strati argillosi a 100 m. sul Sentino: «Forse per qualche straordinaria alluvione il fiume avrà scorso un tempo al livello di essa e vi avrà portato la creta» (A. BRANDIMARTE, *Piceno anonario, ossia Gallia Senonia illustrata*, Roma, Boulzaler, 1825; cfr. p. 197). A quei primi scavi accidentali che, secondo quanto riferisce il Brandimarte, portarono confusamente alla luce forni per cuocere il pane, due pozzi di grano non conservato, monete e 10 o 12 scheletri di età non precisata, seguirono le attente ricerche dello Zonghi assieme al De Bosis e al Pigorini (A. ZONGHI, *op. cit.*) e quelle dello Scarabelli, fino alle più sistematiche e moderne indagini di U. RELLINI (*Le stazioni eneolitiche delle Marche*, ecc., *cit.*) che esamina i reperti dell'età eneolitica e del bronzo nel quadro della civiltà appenninica nelle stazioni extra-terramaricole.

(75) Fu probabilmente in una di queste sale che uno stuolo di pipistrelli costrinse V. Procaccini Ricci ed i suoi occasionali accompagnatori ad interrompere la prima trepida esplorazione della cavità. Era il 13 giugno 1802. Solo qualche anno dopo il Procaccini trovò il termine della grotta «a piedi parigini 1246», dopo un'ora e un quarto di cammino. Ne riferì nella sua già citata *Memoria sulla Grotta di Frasassi*.

(76) E' ancora discussa la genesi di questi depositi di argilla così frequenti sulle pareti e sulle volte delle grotte. Il Marchetti li chiama «pelli di leopardo» (*La zona speleologica di San Vittore di Frasassi*, *cit.*; cfr. pp. 77-78).

(77) Non so se a tali depositi argillosi alludesse il Procaccini, quando riferiva di aver osservato «alla superficie delle pareti in qualche parte umidastra, un certo tal lavoro a forma di spugna a continuati e confusi andirivieni serpeggianti di una sostanza leggera macchiata, di poca profondità, e cedente al più piccolo urto non lungi al trapelar dell'acqua» (V. PROCACCINI RICCI, *op. cit.*, p. 43).

Una ricca colonia di pipistrelli vive attualmente nella galleria terminale, dove frequenti sono i depositi di guano.

Qualche decina di metri prima che il corridoio abbia termine, si apre nella volta il camino 3B, che con un dislivello di circa 20 m. mette in comunicazione la Grotta di Frasassi con la Grotta di Mezzogiorno.

Entrambe le cavità mantengono una direzione generale da ovest ad est, più o meno parallela a quella della gola. Pur costituendo insieme un unico complesso, si differenziano tuttavia nella struttura: la Grotta di Frasassi ha uno sviluppo prevalentemente orizzontale, con piccoli dislivelli e rare diramazioni in senso verticale; la Grotta di Mezzogiorno si apre invece in una serie di spaccature verticali che si susseguono scendendo per un dislivello di circa 180 metri.

Delle altre cavità del Monte di Frasassi, tutte a sviluppo più modesto, la Caverna dei Baffoni (7 Ma-An; coordinate: UJ35180760) è una delle più note. Si tratta di un grosso antro interessante soprattutto sotto il profilo paletnologico. Si apre a quota 280, ed è costituito da un unico ampio vano, tutto illuminato dalla luce del giorno, in cui convergono diversi cunicoli impraticabili. Il soffitto è forato da un'alta cupola; un grosso macigno è al centro, alcune colonnine si raggruppano presso la parete di fondo.

La conformazione della cavità e l'esposizione dell'imboccatura contribuirono forse a renderla particolarmente adatta ad ospitare l'uomo preistorico. I reperti paletnologici indicano che la grotta, dopo essere servita di asilo temporaneo nel Neolitico e nel tardo Eneolitico, in seguito fu occupata a lungo da gente di tradizione appenninica, dedita alla pastorizia, che vi rimase anche nell'età del ferro (78).

Dimora preistorica (79) fu anche la Grotta Leonardo (243 Ma-An; coordinate: UJ35290758), una piccola cavità che

(78) A. M. RADMILLI, *Gli scavi nella Grotta dei Baffoni*, in «Bull. di Paletnol. Ital.», Roma, 1956, pp. 523-533.

(79) Sui saggi di scavo eseguiti nel 1954 riferisce D. L. LOLLINI, *Ricerche preliminari e saggi esplorativi nella zona di Frasassi*, in «Bull. di Paletnol. Ital.», Roma, 1956, pp. 491-498.

si apre a quota 430 nello sperone che fiancheggia la Caverna dei Baffoni.

Il vano d'ingresso, a pianta *grosso modo* rettangolare, si continua in un tunnel di una decina di metri, che si restringe fino a diventare impraticabile. Sulla volta di questo si allunga una spaccatura beante che è uno dei più chiari esempi di accidente tettonico all'origine di una cavità. Per questo la grotta è chiamata anche Caverna della Diaclasi.

2. *La parete nord del Monte Valmontagnana.* — Le più notevoli cavità di questo settore si raggruppano presso lo sbocco orientale della gola, dove la zona di contatto fra terreni diversi è interessata da un fitto sistema di fratture. Entro una fascia verticale larga poche decine di metri si sovrappongono, a cominciare dal basso:

- la Grotta del Fiume, la Grotta Bella e la Grotta Solfurea al livello inferiore;
- il Buco delle Tribolazioni, la Grotta del Paradiso e la Caverna della Fatticchiana, che superano di poco i 400 m. di altitudine;
- le 6 piccole cavità del Crino de' Becce, poco sotto la quota 600.

Si esamineranno qui le grotte più estese, per le quali è provata, o verosimile, l'appartenenza a un unico sistema carsico.

Le tre grotte inferiori sono collegate tra di loro da una discreta circolazione di acqua solfurea.

La Grotta Solfurea (5 Ma-An; coordinate: UJ35390758) e la Grotta Bella (6 Ma-An; coordinate: UJ35340751) sono state sconvolte, e in buona parte distrutte, dai lavori per l'ampliamento della provinciale. Si aprivano entrambe a fianco della strada, a una sessantina di metri l'una dall'altra, ed erano interessanti soprattutto per la circolazione di acqua mineralizzata, che chiaramente le indicava come appartenenti allo stesso complesso della Grotta del Fiume.

Inoltre la Grotta Bella presentava diffusissimo il fenomeno della « pelle di leopardo », che tappezzava un po' ovunque le

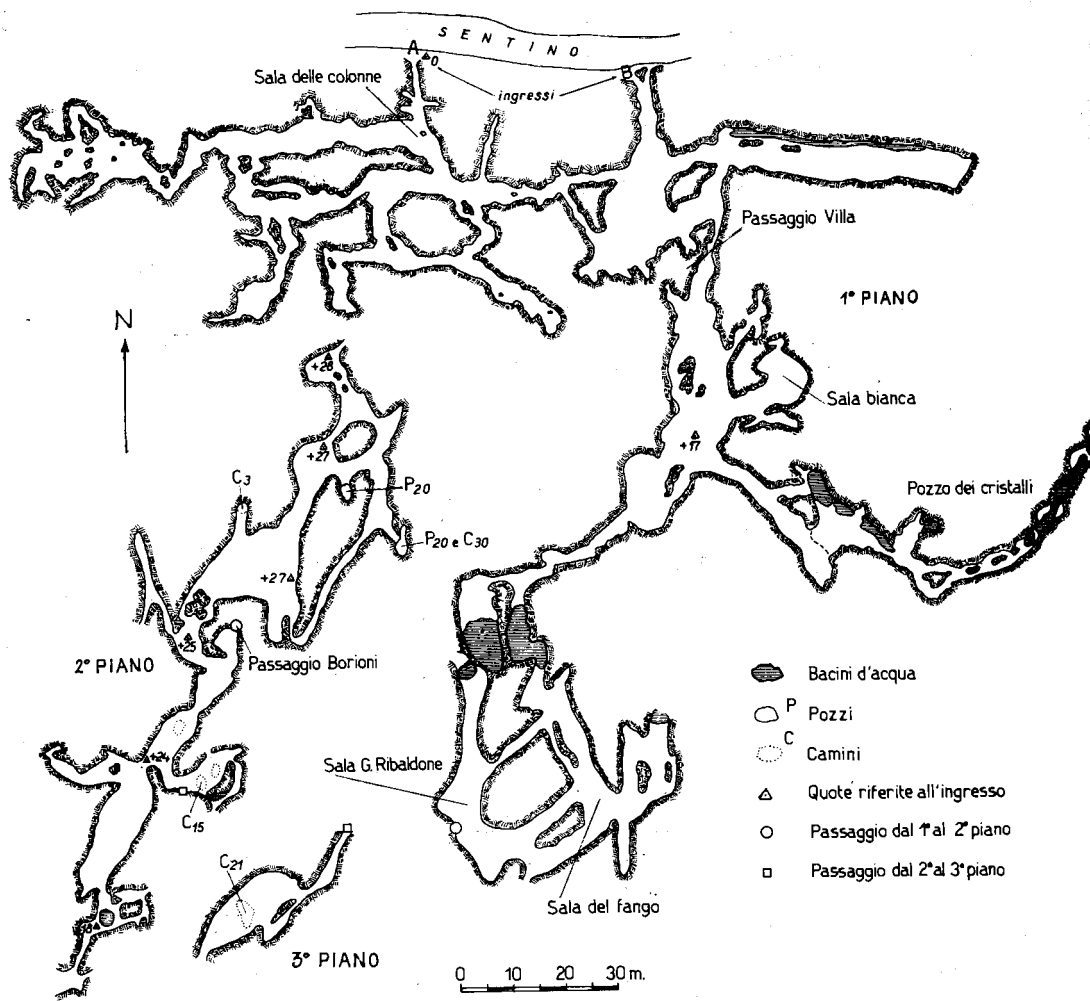


FIG. 10 — LA GROTTA DEL FIUME (PLANIMETRIA).
(Rilievi di A. Bolletta, 1950, e di M. Borioni, 1965).

bianche pareti (80). Attualmente vi si accede da un pozzetto in muratura aperto sul ciglio della strada.

La Grotta del Fiume (8 Ma-An; coordinate: UJ 35200752) deriva il nome dalla sua ubicazione: gli ingressi (81) si aprono infatti quasi al livello del Sentino, sulla scarpata che discende dalla strada alla riva del fiume.

Particolari condizioni strutturali ed idrologiche fanno di questa grotta una delle cavità più interessanti di tutto il distretto speleologico. Scoperta nel giugno del 1948, è ancora in fase di esplorazione, presentando sempre nuovi sviluppi, difficili quanto promettenti.

Essa si articola in tre livelli, come ben illustra il rilievo planimetrico messo a mia disposizione dagli speleologi fabrianesi che hanno esplorato i due piani superiori. La parte più bassa, quella che si allarga orizzontalmente, mantenendosi al livello del Sentino e poco sopra (1° piano nella planimetria), è la meglio conosciuta. Osserviamola da vicino (fig. 10).

Entrando dall'ingresso B, si scende per una decina di metri lungo un corridoio in leggera pendenza, che immette nell'atrio dalla volta a forma di profonda cupola. Da qui si può piegare a destra, per un'ampia galleria parallela al fiume; il fondo è fangoso e accidentato per la presenza di profonde fessure, le pareti e la volta bianchissime sono ornate di sottili stalattiti e tappezzate di depositi maculari o vermicolari argillosi. Questa diramazione termina verso ovest con un cumulo di materiali di frana.

Se dall'atrio ci si addentra invece in direzione normale al fiume, si attraversa lo strettissimo Passaggio Villa: un cunicolo lungo circa 5 m., attraverso il quale soffia una notevole corrente d'aria. Visibile uno specchio di faglia con breccia di frizione (82).

Al di là si apre un grandioso ambiente, ingombro di massi franati dal soffitto. Più oltre, sul fondo di una lunga spaccatura

(80) M. MARCHETTI, *La zona speleologica di San Vittore di Frasassi*, cit., p. 78.

(81) Le tre imboccature originarie, così come una parte degli ambienti interni, sono state danneggiate dai lavori stradali.

(82) G. PERNA e R. POZZI, *op. cit.*, p. 3.

(Pozzo dei Cristalli), scorre un rivolo di acqua solfurea, le cui esalazioni hanno alterato la roccia delle pareti e generato bellissime concrezioni gessose (83). Il crepaccio termina con un bacinetto di acqua mineralizzata, chiuso da pareti di roccia: si tratta verosimilmente di un sifone comunicante con la Grotta Solfurea (84).

L'altra diramazione, che dal vano dei massi si dirige verso sud-ovest, conduce a due laghetti contigui, probabilmente intercomunicanti sul fondo. Uno di questi è reso particolarmente suggestivo dalla presenza di finissime concrezioni stalattitiche e di un arco naturale, sospeso a poca altezza sul pelo dell'acqua.

Non mancano piccoli bacini di acqua nelle ulteriori cavità: nella Sala del Fango, tutta ingombra di massi e di melma, e poi ancora oltre, al di là di una maestosa colata calcarea simile ad una fontana.

Attraverso il Passaggio Borioni si accede al 2° piano, che si allarga mantenendosi a 20-30 m. dalla quota d'ingresso e sovrapponendosi in buona parte al piano inferiore. Le gallerie, talora chiuse ad anello, si allungano in direzione NE-SO. La circolazione dell'acqua non manca del tutto, ma è saltuaria; un laghetto occupa il centro di una delle ultime sale. Sulla volta si aprono numerosi camini inesplorati.

L'ultimo piano, infine, ha uno sviluppo molto più modesto e consiste quasi esclusivamente in un ampio vano sormontato da un camino. E' questo il punto più alto della Grotta del Fiume, il più vicino alla Grotta del Paradiso (fig. 11).

Questa (161 Ma-An; coordinate: UJ7303525) si apre a 420 m.s.m., con una piccola apertura che i primi esploratori liberarono da un tappo detritico (85). La si raggiunge con una ripidissima salita di circa un'ora dalla provinciale.

(83) Si tratta di grossi cristalli di selenite, aciculari, bacillari o prismatici, che si presentano in aggregati a struttura raggata. Per questa e per altre concrezioni della Grotta del Fiume, v. G. PERNA e R. POZZI, *op. cit.*

(84) M. MARCHETTI, *La zona speleologica di San Vittore di Frasassi, cit.*, p. 79.

(85) La grotta è stata scoperta, esplorata e rilevata dal gruppo A.S.C.I. di Fabriano, al quale debbo le preziose notizie inedite. Le esplorazioni hanno avuto inizio nel 1964.

L'imboccatura si apre negli strati molto inclinati del Lias medio, appoggiati lateralmente a quelli più potenti del Lias inferiore: ci troviamo sulla stessa linea di faglia di cui si è parlato a proposito della sorgente solfurea. La breccia di frizione, attualmente ricementata, che si nota a sinistra dell'ingresso, attesta il permanere di una linea di debolezza strutturale che certo prolungò l'assestamento tettonico fino alle fasi più avanzate dell'evoluzione della cavità. All'interno di questa, infatti, molte concrezioni appaiono aver subito fratture: stalattiti sono spezzate a metà in senso trasversale o longitudinale, incrostazioni parietali presentano grosse crepe orizzontali e verticali. Oltre a ciò, il colore molto chiaro della roccia intorno all'ingresso e la conformazione stessa del vallone in cui esso si apre, fanno pensare a una grossa frana che avrebbe coinvolto e distrutto la parte più esterna della cavità e quindi anche il suo sbocco originario.

L'ingresso attuale, alto appena 80 cm., immette in un atrio che è stato interamente ostruito da materiale di frana. Questo ha lasciato solo due stretti pertugi, da dove si sbuca in una galleria articolata in diverse diramazioni e impostata lungo l'asse della faglia. Abbondantissimo il riempimento stalattitico e stalagmitico, in forme e colori di tale varietà da giustificare pienamente il nome di Grotta del Paradiso. Concrezioni candide, avorio, ocracee, nere si susseguono fitte in forme diverse fino alle più bizzarre: stalattiti a spirale, ad uncino, a peduncolo, a candelabro. Pochissime sono le concrezioni tuttora in formazione; su di alcune, però, molto invecchiate e intensamente colorate, si nota un più recente deposito bianco o addirittura latte di monte: il che attesterebbe una ripresa, sia pure parziale e localizzata in pochi punti, dell'azione di deposito.

Del resto, la circolazione idrica è pressoché assente: solo più internamente si trovano piccole pozze d'acqua. Numerose sono le vaschette, alcune delle quali pensili, ma tutte asciutte. Un discreto stillicidio permane soltanto alla fine della galleria, dove la faglia, lungo la quale si sono formati gli ambienti fin qui descritti, s'incrocia con una seconda paraclasi, evidenziata dalla breccia di frizione e da un bellissimo specchio di faglia.

Un angusto passaggio lungo un camino conduce agli sviluppi

superiori della grotta, costituiti principalmente da due crepacci paralleli intercomunicanti attraverso una finestrella. La notevole circolazione d'aria e il rinvenimento di una foglia e di un frammento di legno hanno fatto supporre molto vicina la superficie subaerea, ma la comunicazione con l'esterno non è stata trovata per l'impraticabilità di alcune aperture. Gli ambienti superiori della cavità sono saltuariamente molto più umidi degli inferiori, per infiltrazioni di acqua piovana.

Data la posizione della Grotta del Paradiso, appare probabile una comunicazione con la sottostante Grotta del Fiume: il passaggio potrebbe essere uno strettissimo pozzo solo in parte tentato dagli speleologi. Questi sono convinti che la cavità in questione faccia parte del grande complesso della Grotta del Fiume, della quale costituirebbe, insieme con il Buco delle Tribolazioni e con la Caverna della Fatticchiana, la parte più alta e in più avanzata fase di fossilizzazione.

3. *Il fianco orientale del Monte Valmontagnana.* — Questo settore è forse altrettanto carsificato, in profondità, quanto le aree immediatamente adiacenti alla gola del Sentino: gli sbocchi esterni della rete ipogea appaiono comunque molto più radi, forse per la differente morfologia della superficie topografica. Notevole sviluppo hanno infatti quasi tutte le cavità che vi si aprono, allineate lungo una fascia altimetrica compresa fra i 490 e i 430 metri.

Il Buco del Diavolo (22 Ma-An; coordinate: UJ 35460686) si apre a quota 490 con una voragine a bottiglia profonda 27 m. (fig. 12). Il fondo del pozzo si allarga in un locale ingombro di detriti. Da qui si diparte un cunicolo a forte pendenza, sbarrato, dopo circa 8 m., da una stretta spaccatura ad esso perpendicolare. Dal fondo di questa alcune fessure e un pozzo scendono su una grande sala a pianta subrettangolare, posta qualche decina di metri più in basso; ma proseguendo lungo il fondo del crepaccio si giunge ad un ripiano, da dove partono altre tre fenditure parallele. Una di esse conduce, dopo un salto di qualche metro e attraverso un corridoio in leggera salita, in una sala interamente rivestita di latte di roccia, di un bianco

che contrasta fortemente col color rosso-bruno di tutti gli ambienti precedenti.

Bianco della stessa concrezione è anche lo stretto Passaggio Beer-Modigliani, che porta in un'altra sala dal fondo scosceso. Qui l'acqua si raccoglie in alcuni bacinetti presso le pareti; una lama di roccia pendente dalla volta divide quasi in due il locale. Verso sud, il vano si prolunga in altri ambienti crepacciformi con i quali si chiudono le cavità accessibili.

La grotta raggiunge complessivamente uno sviluppo di 200 m. circa e scende per un dislivello di una sessantina di metri.

Sulla ripida sponda sinistra del Fosso di Montanaro (o Fosso dell'Inferno) si apre, a quota 480, l'ingresso della Grotta dell'Inferno (12 Ma-An; coordinate: UJ35990529).

La cavità si è formata in seno ad una primitiva fenditura rettilinea, dalla direzione SE-NO, e a diverse fenditure minori radiali.

Dal fondo di una nicchia rocciosa si diparte un cunicolo che immette in un primo vano; questo, a sud, si prolunga in una sala spesso allagata, e, a nord, si sdoppia in due cunicoli. Uno di que-

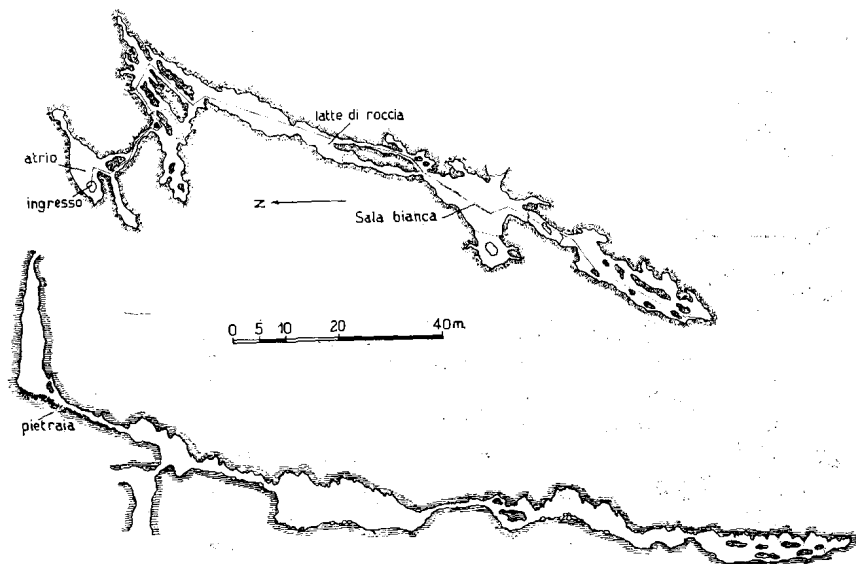


FIG. 12. — IL BUCO DEL DIAVOLO (PLANIMETRIA E SEZIONE).
(Rilievi di A. Bolletta, 1950).

sti conduce, attraverso un salto di 6 m., alla Caverna Bassa; l'altro porta alla Sala della Colonna (così denominata per la grandiosa colonna che giace sul pavimento) e alla Caverna Grande. La grotta termina con un cunicolo, in cui si apre un pozzo tenuto costantemente pieno da una cascatella d'acqua.

Nel suo complesso la cavità si presenta come una grandiosa fenditura discendente con una inclinazione di 45° , ed è caratterizzata dalla presenza di grossi massi franati dalla volta e dalle pareti.

Ma la grotta più notevole nel settore qui considerato è costituita dal complesso Buco Cattivo - Caverna del Tasso (21 Ma-An; coordinate: UJ35610654). L'ingresso del Buco Cattivo è a quota 460 (fig. 13): un pozzo di circa 10 m. immette sul fondo di un vano da cui si dipartono sei diramazioni. Di queste, cinque hanno scarso sviluppo, la sesta è una galleria dal fondo melmoso in forte pendenza, che sbocca in una cavità alquanto irregolare, il cui pavimento strapiomba sulla sinistra. Il percorso è difficile, perché obbliga a continui salti su roccia viscida e in mezzo a spessi strati di fango. Una prima diramazione, non riportata sui rilievi, costituita da una serie di ambienti che si mantengono poco distanti dalla superficie del suolo, riserva spettago-

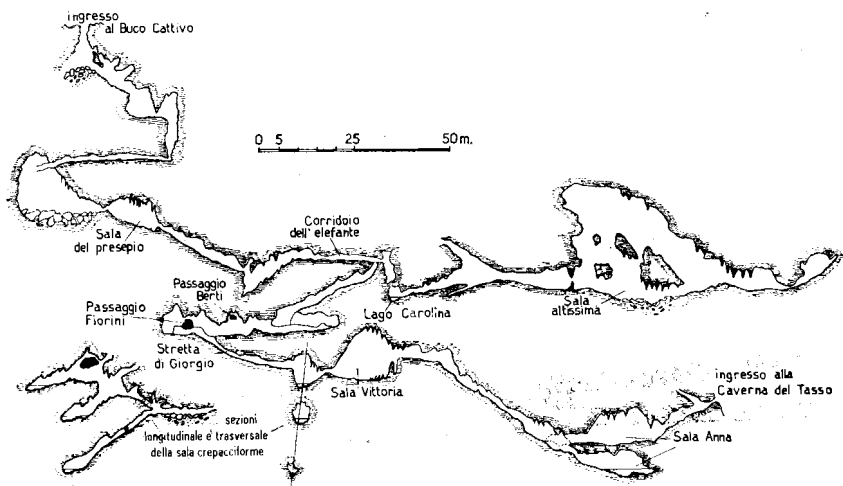


FIG. 13 — IL COMPLESSO BUCO CATTIVO - CAVERNA DEL TASSO (SEZIONE). (Rilievi di Bolletta e Florini).

li suggestivi: un cunicolo discendente con andamento elicoidale sbocca in una sala dalle pareti e dalle stalattiti color rosso-ruggine; dalla volta di una saletta pende una grossa radice coperta da una miriade di goccioline, iridescenti alla luce delle lampade. Una seconda diramazione immette nei livelli inferiori del Buco Cattivo: un cunicolo da percorrere carponi porta alla parte più bella della grotta, sboccando sull'orlo di un pozzo di circa 13 metri; dal fondo di questo, un'ampia fenditura immette nella Sala del Presepio. Da qui si scende lungo un pendio che termina all'imboccatura di due pozzi contigui, dei quali uno (non risultante dai rilievi) precipita con vari salti per circa 30 m., terminando con una saletta e con alcuni diverticoli chiusi, mentre l'altro, soffiante aria, scende per pochi metri fino all'inizio di una salita. Questa conduce al Corridoio dell'Elefante, uno stretto passaggio ornato di bianche stalattiti inclinate nel senso della corrente d'aria. Si scende di nuovo e si giunge alla sommità di una vasta candida sala, che è attraversata a metà altezza da due archi naturali e che accoglie sul fondo il piccolo Lago Carolina. Un'ultima strettoia immette in una grandiosa galleria lunga circa 150 m. e in qualche punto molto alta (Sala Altissima). Si avanza in mezzo al bianco più puro, fra colonne massicce od esili, grappoli di stalattiti, merletti di concrezioni. Così termina il Buco Cattivo vero e proprio.

Ma l'esplorazione di un ramo secondario del Corridoio dell'Elefante ha portato alla scoperta, ad un livello inferiore, di una serie di cavità che vengono indicate come la Caverna del Tasso. Un corridoio discendente si trasforma, dopo un gomito, in una galleria più ampia e pressoché orizzontale, nella quale si aprono il Passaggio Berti e il Passaggio Fiorini; questo sbocca all'esterno ed è spesso usato dagli speleologi come uscita. Un angusto corridoio discendente termina, oltre la Stretta di Giorgio, allargata artificialmente, in una sala crepacciforme, interrotta nel senso dell'altezza da due diaframmi di roccia che la suddividono in tre ripiani (v. sezioni trasversale e longitudinale). Il piano superiore è ricco di concrezioni, tra cui numerose vaschette a gradinata riversano la loro acqua nel laghetto del secondo ripiano. Anche il piano più basso, al quale si accede dopo un lungo giro, accoglie un deposito idrico temporaneo.

Attraverso un'apertura in mezzo a una fitta selva di colonnine si passa alla Sala Vittoria, il cui pavimento, ingombro di massi cementati, precipita verso ovest in profondi crepacci. A sinistra di chi entra si diparte un cunicolo molto basso e largo (non riportato in sezione), che si ricongiunge con una delle cavità già descritte mediante il Passaggio Berti. Sulla destra si apre invece un corridoio senza sbocco, in leggera salita e pavimentato di bacinelle.

Altri due corridoi, paralleli, si dipartono dalla Sala Vittoria in direzione nord-est e si ricongiungono prima di sboccare in due cavità sovrapposte (Sala Anna) e provviste di due piccoli depositi di acqua non perenni. All'intorno si aprono salettine riccamente adorne di fini concrezioni e uno stretto corridoio in salita che sbocca all'esterno costituendo l'ingresso alla Caverna del Tasso.

Circa alla stessa altezza del Buco Cattivo si apre l'ingresso del Grottone (10 Ma-An; coordinate: UJ35780591), nettamente visibile, incavato in una paretina, da Varabara. La cavità non è di grandi dimensioni, avendo uno sviluppo complessivo di non più di 100 m. di lunghezza; ha un andamento orizzontale e per questo la si visita con molta facilità, anche se è necessario qualche accorgimento per accedervi.

L'atrio (86) è costituito da un lungo ed ampio corridoio, che, attraverso un'apertura simile ad una finestra, immette in una sala piena di stupende formazioni colonnari di dimensioni imponenti.

A questo seguono altri vani, tutti facilmente accessibili e tutti caratterizzati dalla presenza di un gran numero di stalattiti e stalagmiti.

Manca completamente la circolazione idrica e l'umidità è molto bassa a causa dello scarso stillicidio e dell'esposizione dell'ingresso a mezzogiorno.

Il pavimento delle ultime sale è costituito da una crosta calcarea al di sotto della quale l'acqua si è aperta una via sem-

(86) L'atrio fu abitato in epoca preistorica: i saggi esplorativi del 1954 hanno messo in luce, nel deposito di pietrisco e terriccio, uno strato culturale dello spessore di circa un metro. Ne riferisce ancora D. L. LOLLINI in *Ricerche preliminari e saggi esplorativi*, ecc., cit.; cfr. pp. 492-494.

pre più in basso, abbandonando il livello della grotta e facendo presumere un possibile sviluppo ulteriore della cavità a livelli più bassi.

A quota 430, non lontano dall'ingresso del Buco Cattivo, si apre la Grotta dell'Infinito (20 Ma-An; coordinate: UJ35680642) con una imboccatura orizzontale larga circa 10 m. e alta non più di 4. L'atrio si dilata verso l'interno dividendosi in due rami: il più interessante e ricco di sviluppo è quello di destra, che, al di là di una strettoia, immette in una grande sala a pianta *grosso modo* triangolare. Da questa si dipartono due corridoi: quello di destra è il Corridoio della Ricotta (così denominato per la presenza di abbondante latte di roccia), quello di sinistra immette nella Sala Grande.

E' questo certamente il maggior vano esistente nella zona speleologica di San Vittore, con una lunghezza di 60 m., una larghezza massima di 31 e un'altezza di almeno 20. Il pavimento è cosparso di massi staccatisi dalla volta e di guano, il cui deposito verso il centro della sala raggiunge i 150 cm. di spessore: evidentemente in un passato non molto lontano i pipistrelli erano molto più numerosi dei pochi che se ne incontrano oggi. Le formazioni calcaree sono numerose e svariate: grosse colonne e ricche colate alabastrine sulla parete est, sottili e delicate stalattiti e stalagmiti presso la parete opposta. In questa si apre il Corridoio dell'Acqua, una diramazione di circa 35 m., che si restringe fino a terminare in una serie di cunicoli impercorribili; una certa circolazione idrica temporanea e un gran numero di concrezioni sono presenti nel primo tratto del corridoio.

Un cunicolo dalle pareti arrotondate e lisce, prive di depositi calcitici, mette in comunicazione la Sala Grande con la Sala dei Cumuli di Massi, molto più vasta in superficie, ma assai più bassa della precedente. Le pareti molto irregolari per forme di corrosione o di deposito alabastrino, il pavimento accidentato da massi accatastati, lo spazio interrotto da colonne e da diaframmi, la volta forata da camini irraggiungibili, alcuni ponti naturali danno a questa sala una conformazione molto complicata e bizzarra. Nel punto di congiunzione delle pareti ovest e sud-ovest si aprono alcuni passaggi, separati da colonnine e co-

late, che immettono in un vano bassissimo e largo, ricco di concrezioni.

Da qui si passa alla Sala del Lago Azzurro, una delle più suggestive per la presenza dello specchio d'acqua perenne e per l'abbondanza delle più capricciose concrezioni, che pendono dalla volta e tappezzano le pareti.

Lo sviluppo totale della grotta è di poco inferiore ai 300 metri.

4. *La Gola della Rossa*. — La Grotta del Vernino, quantunque di dimensioni relativamente modeste (ha uno sviluppo di circa 300 m.), è la più importante e la più nota delle cavità della Gola della Rossa, che, in confronto alla zona di Frasassi, presenta un carsismo ipogeo molto meno sviluppato. Le grotte registrate al Catasto sono soltanto nove, di cui alcune sono dei semplici ripari (87).

La Grotta del Vernino (3 Ma-An; coordinate: UJ 37101106) si apre nel calcare massiccio, sulla parete sud-ovest del Colle Tordina, a 574 m.s.m., con un'ampia bocca irregolarmente quadrangolare. Dalla lunga galleria iniziale si dipartono sul lato destro alcune diramazioni che scendono di qualche metro rispetto all'ingresso (Grotta Inferiore) e terminano ostruite da incrostazioni calcaree. La galleria sbocca nella Sala Altissima, che si alza di alcune decine di metri, alla quale seguono altri vani pure dal soffitto fortemente rialzato. Anzi, la volta tende ovunque a inarcarsi verso sinistra, mentre il suolo presenta affossamenti sulla destra; si mantiene quindi visibile, specialmente nella Gran Sala delle Colonne, la traccia della primitiva frattura in seno alla quale si è formata la cavità (88): il presunto piano di faglia sarebbe inclinato verso ESE di circa 60° (89).

(87) Tali ripari, o grosse nicchie, non sono comunque meno interessanti nel quadro della morfologia carsica, in quanto sono probabilmente cavità-relitto, cioè residui o monconi di caverne distrutte dalla degradazione meteorica.

(88) Ciò è stato ben sottolineato da O. MARINELLI (*Una grotta nella valle dell'Esino, cit.*) ed esemplificato da E. FOSSA-MANCINI (*Qualche nuova osservazione sulla grotta di Vernino, cit.*) con alcune sezioni trasversali della cavità ed un profilo condotto secondo la linea di massima altezza della volta: linea che non si trova sull'asse della grotta e spesso neppure sopra il fondo, ma è notevolmente spostata verso occidente.

(89) E. FOSSA-MANCINI, *Qualche nuova osservazione sulla grotta di Vernino, cit.*, p. 71.

Il profilo longitudinale mostra, di contro all'irregolarità della volta, un fondo quasi perfettamente pianeggiante, certamente livellato dall'accumularsi dei detriti nei punti più bassi (90). Nella parte terminale il pavimento presenta una serie di aperture allineate, molto strette, impraticabili, che lasciano intravedere piccole cavità in un piano inferiore. La grotta termina sbarrata da una potente colata calcitica.

Le belle formazioni stalattiche e stalagmitiche, cui accenna O. Marinelli, sono state quasi tutte asportate; restano invece alcune colonne in diversi punti della cavità.

CONCLUSIONI

I distretti studiati presentano soltanto alcuni aspetti del carsismo, dissociati da quelle forme carsiche superficiali che completano il quadro del carso più tipico.

Il problema è complicato da una singolare differenziazione fra le due aree: la sproporzione tra le 9 cavità della gola dell'Esino e le 72 segnalate nella Gola di Frasassi.

A spiegare la quasi assoluta assenza di forme superficiali non è sufficiente invocare le condizioni litologiche e stratigrafiche dei terreni che ammantano il nucleo di calcare massiccio: i processi carsogeni, sebbene prediligano quest'ultimo, intaccano facilmente anche i calcari fittamente stratificati e meno puri delle formazioni più recenti, come dimostrano campi di doline in molte regioni appenniniche (91). Le stesse cavità aggruppate presso lo sbocco orientale della Gola di Frasassi (Grotta Bella, Grotta Solfurea, Grotta del Fiume, Grotta del Paradiso) si sviluppano in parte o interamente in seno ai calcari del Lias medio; evidentemente nella loro localizzazione ha giocato un ruolo impor-

(90) Per questo, la forma attuale di una grotta non è sempre molto indicativa della sua genesi: spesso la caverna oggi praticabile è solo la parte superiore di una cavità originariamente molto più ampia e attualmente in via di fossilizzazione.

(91) Gruppi di doline costellano ad esempio i calcari cretacico-eocenici del Gran Sasso (M. ORTOLANI e A. MORETTI, *op. cit.*) e, per restare nella nostra regione, i terreni eocenici del Monte Carpegna e quelli miocenici di Sasso Simone e Sasso Simoncello (L. GAMBI, *op. cit.*).

tante la fratturazione della compagine calcarea, più che la maggiore o minore purezza della roccia; una faglia, una serie di diaclasi, la discontinuità stessa dei terreni messi a contatto dalla paraclasi hanno reso quel settore particolarmente aggredibile dal processo carsico.

Ma neppure la distribuzione delle fratture ha costituito una rete vincolante per la localizzazione delle cavità ipogee: se, infatti, quasi tutte le grotte appaiono chiaramente legate a faglie o diaclasi, non tutte le faglie e diaclasi hanno richiamato il formarsi di cavità carsiche. Così le formazioni calcaree della Gola della Rossa, pur avendo subito più fratture e dislocazioni che quelle di Frasassi (92), sono state carsificate in misura molto minore. E questo, sembrerebbe, a parità di condizioni litologiche e stratigrafiche.

Questi sono i problemi che la mia ricerca ha potuto soltanto porre in risalto nelle aree in esame: qualsiasi tentativo di soluzione sarebbe azzardato se prescindesse da una comparazione molto più ampia, estesa almeno alle altre gole appenniniche che presentano in condizioni analoghe la stessa anomalia.

Per quanto riguarda invece l'area speleologica di Frasassi considerata di per sé, si è potuto principalmente osservare:

a) l'impossibilità di distinguere funzionalmente le grotte in cavità assorbenti e cavità di sbocco. Le prime sembrano mancare completamente: i pozzi che esistono (ingressi al Buco Cattivo e al Buco del Diavolo) non sono inghiottitoi, ma cavità di crollo. Quasi tutte le grotte hanno quindi degli sbocchi che appaiono orizzontali per i potenti depositi alluvio-eluviali, ma che sono certamente in pendenza verso l'esterno. In realtà la struttura e la disposizione degli ingressi attuali alle grotte hanno un valore relativo, perché essi hanno subito la regressione della superficie topografica e inoltre possono essere stati modificati dall'abbassarsi del livello di base. Tuttavia, pur tenendo conto di queste riserve, mi sembra non si possa non attribuire alle cavità la funzione di collettori di antichi corsi d'acqua sotterranei confluenti verso il Sentino e l'Esino. La sorgente solfurea, che da

(92) E. FOSSA-MANCINI, *Geologia e idrologia della gola del Sentino*, ecc., cit., p. 49.

una grotta sgorga sul greto del Sentino, è l'ultimo esempio di questo rapporto idrografico;

b) l'impossibilità di definire un numero ben preciso di livelli idrologici. La distribuzione altitudinale delle cavità orizzontali non mi sembra molto significativa: è preferibile considerare tutte le cavità come un unico complesso sistema di vasi, impostatosi sulla rete irregolare segnata dai piani di frattura e dagli interstrati;

c) l'avanzato stato di fossilizzazione di tutto il sistema, evidentemente generato in condizioni idrologiche ben diverse dalle attuali. L'imponente complesso carsico è comunque utilizzato ancora dalle modeste acque di infiltrazione, che concorrono al riempimento stalattitico e stalagmitico, mantengono una relativa umidità in tutte le grotte e si raccolgono a livello del Sentino, affiorando in bacini e corsi d'acqua a pelo libero nella Grotta del Fiume, nella Grotta Bella e nella Grotta Solfurea e fuoriuscendo dalla sorgente solfurea. Interessante e suscettibile di chiarimenti è il problema dei rapporti fra la circolazione dell'acqua dolce e quella dell'acqua mineralizzata, concomitanti nella Grotta del Fiume.

SUMMARY. — In the Appennino Marchigiano a little area stands out (Gola di Frasassi and Gola della Rossa) and it is characterized by a karst formation in the depth, completely dissociated by whatsoever kind of surface karst erosion.

There are many caves at different levels particularly on the faces of the Gola di Frasassi and as the reconnoitrings go on, they result strictly connected with a huge karst phenomenon developed together with the formation of the gorge. At present time, the underground circulation of the water is modest, but it has some interesting aspects because it is mainly mineralized and conveyed to a sulphureous spring on the gravel-bed of the Sentino. So this river, besides being a mouldering agent of the gorge, it is also the last collector of the karst system. It is impossible to establish whether its course has always been superficial.