

PUBBLICAZIONI DELL'ISTITUTO DI GEOGRAFIA
DELL' UNIVERSITÀ DI ROMA
diretto dal prof. ROBERTO ALMAGIÀ

SERIE A.

NUM. 7.

ALDO G. SEGRE

**I FENOMENI CARSICI
E LA
SPELEOLOGIA DEL LAZIO**

*Opera pubblicata col contributo del Consiglio
Nazionale delle Ricerche.*

R O M A

1948

PREFAZIONE

Lo studio del dott. Aldo G. Segre sui Fenomeni Carsici del Lazio, col quale l'Istituto di Geografia della Università di Roma riprende la serie delle sue pubblicazioni, interrotta dal grande conflitto mondiale, fu iniziato sin da quando l'insegnamento della Geografia Fisica nella nostra Università era affidato al compianto prof. G. Merciai, purtroppo così immaturamente scomparso, e fu poi proseguito d'accordo col prof. G. Morandini che successe al Merciai in quell'insegnamento. Esso rappresenta il risultato sia di ricerche originali molto accurate, sia della sagace elaborazione di tutti i dati e i materiali già precedentemente acquisiti, che l'autore ha perseguito in un assai lungo periodo durante il quale potè fruire di borse di studio concessegli dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

.. Mi sembra di poter affermare che il lavoro del dott. Segre rappresenti un notevole contributo alla conoscenza del fenomeno carsico in Italia, sia per la parte descrittiva, sia per quella nella quale sono esposte considerazioni conclusive, con riguardo anche a problemi di indole generale meritevoli di attenzione da parte degli studiosi.

Ma il presente lavoro non avrebbe certo potuto essere pubblicato, nelle difficili condizioni attuali, se il Consiglio Nazionale delle Ricerche non fosse venuto ancora una volta in aiuto con un apposito contributo. Al Consiglio stesso ed al suo illustre presidente, prof. G. Colonnetti, lo scrivente porge pertanto, anche a nome dell'autore di questo lavoro e dell'Istituto di Geografia, le espressioni di viva riconoscenza.

ROBERTO ALMAGIÀ

INTRODUZIONE

« C'est là qu'il reste à entreprendre un voyage de découvertes, dans lequel on reconnaîtrait des lacs, des fleuves parfaitement ignorés, des îles, des animaux que nul naturaliste n'a encore décrits, des effets de température dont n'a été rendu compte à aucune Académie, et des régions merveilleuses qui ne peuvent être habitées que par des fées ».

MARMIER X., *Lettres d'Allemagne*, 1836

È noto come buona parte del Lazio sia costituita dalle formazioni calcaree meso-cenozoiche dell'Appennino Centromeridionale, con notevole sviluppo del fenomeno carsico, oggetto di studi locali e sporadici fino ai nostri giorni. Pertanto ho ritenuto opportuno, dopo le ultime esplorazioni effettuate col Circolo Speleologico Romano, di condensare quanto sappiamo su tale argomento traendone alcune conclusioni di indole generale.

Nel presente lavoro sono esposte le osservazioni raccolte durante un trentennio in numerosi sopralluoghi effettuati nel Lazio propriamente detto e nei contermini territori abruzzesi.

A differenza di alcune regioni dell'Italia settentrionale, il carsismo sotterraneo del Lazio è rimasto in massima parte ignorato specialmente per la distanza di molte grotte dalle vie di comunicazione, onde le esplorazioni son rese particolarmente disagiati per i lunghi trasporti del corredo ingombrante di attrezzi e strumenti necessari alle ricerche. I sotterranei offrono ostacoli di varia natura secondo che siano voragini (M. Spaccato, Meri del Soratte), con discese ininterrotte da 80 a più di 100 m. che esigono qualche quintale di materiale e notevoli sforzi fisici; ovvero sono inghiottitoi lunghi qualche Km. (Catauso, Luppa, Pietrasecca), nei quali le difficoltà maggiori vengono presentate dalle condizioni idrauliche dei laghi lunghi e pro-

fondi, da traversare con battelli, o dalla presenza di ammassi fangosi tenaci. Altrove canyons a collana di marmitte levigatissimi sono superabili solo mediante pertiche e scale rigide. Il passaggio dei sifoni e gli imbarchi sotto agli strapiombi dei pozzi di raccordo tra due livelli di gallerie esigono altre complicate manovre e immersioni ripetute, e questo in particolare allorchè occorra trasportare i mezzi per il superamento di ulteriori salti.

Siffatte esplorazioni vogliono un'attenta preparazione e buon numero di partecipanti; iranne poche, la maggioranza delle grotte di questo tipo non può essere accessibile nelle parti più interessanti e profonde che a speleologi esperti ed equipaggiati. I limiti estremi delle zone rilevate sono stati raggiunti quasi sempre dopo vari tentativi durati anche oltre 20 ore, il cui successo è dipeso dalle condizioni meteorologiche del bacino imbrifero esterno essendo le piene improvvise un non raro fenomeno. Esistono però nel Lazio numerose grotte e cavità più modeste, molte delle quali di speciale interesse paleontologico e biospeleologico.

Oggi conosciamo complessivamente 450 cavità, delle quali 360 fra grotte, caverne e voragini; 89 doline e pozzi carsici importanti. Riguardo alle dimensioni, 5 grotte superano il Km. di lunghezza (grotta dell'Arco, inghiottitoi di Luppa, Pietrasecca, Pastena, Catauso); 50 grotte oltrepassano abbondantemente i 100 m. di lunghezza; i più vasti ambienti si ammirano nella grotta dell'Arco con 30 m. di volta e a Pastena, ma soprattutto a Luppa dove alcune gallerie hanno la straordinaria altezza di 50 m. e all'inghiottitoio di Pietrasecca dove un domo gigantesco raggiunge con la volta circa 70 m. ed una lunghezza di oltre 100 m. Ambienti dalle dimensioni cospicue dunque, che superano la metà della celebre Grotta Gigante nel Carso triestino, alta ben 136 m. Particolarmente abbondanti sono poi le grotte lungo le falesie marine del Lazio meridionale: vi si contano 150 grotte litoranee, delle quali molte attualmente in corso di studio dettagliato (141). Le voragini conosciute, di profondità superiore ai 100 m. sono una diecina: tra loro la Vettica, abisso nei M. Ausoni, sorpassa di molto i -200 m. con salto diretto. Le massime profondità di m. -112 e -135 sono state raggiunte rispettivamente nella voragine di M. Spaccato (44) (47), ai Meri del Soratte (2) (11) (28) ed alla Vettica.

La morfologia carsica esterna offre un interesse non inferiore sia per i fenomeni minori (scultura dei calcari) come per i macrocarsici (doline, valli cieche, ecc.). Il bacino chiuso è l'unità fisio-

grafica regionale più tipica: in esso o in sua dipendenza si comprendono tutte le altre forme del modellamento particolare innanzi accennate. Il riempimento quaternario di molte grotte, tanto continentali quanto costiere, contiene importanti resti di vertebrati estinti, tracce di abitazione umana, dal Paleolitico (Musteriano e Aurignaciano) all'Eneolitico; basterà ricordare la ricchissima fauna fossile scoperta nella seconda metà dello scorso secolo alla Grotta delle Gioje presso Roma, quella scoperta dal BLANC nelle grotte circee assieme ad un cranio neandertaliano e abbondante industria musteriana; il paleolitico e la fauna fossile delle grotte lungo la costiera di Gaeta; le ceramiche di età enea dell'inghiottitoio di Varri, per limitarci solo ad alcuni dei principali giacimenti.

La frequenza e l'estensione del fenomeno carsico ha influito anche sull'insediamento umano, che ha dovuto adattare la posizione di molti abitati minori a questa particolare topografia, in dipendenza della distribuzione delle sorgenti, dell'invasione dei laghi temporanei, della natura pedologica, della vegetazione spontanea, della disposizione delle aree più intensamente carsificate (375).

Per la scelta dei limiti del territorio preso in esame, si è cercato di soddisfare le seguenti condizioni:

- 1) Configurazione dell'area occupata dalle formazioni calcaree soggette a fenomeno carsico.
- 2) Idrografia e sviluppo dei bacini idrografici esterni.
- 3) Divisioni geografiche, unità fisiche e limiti amministrativi.

Il confine prescelto è quello presentato dalla carta in fondo al volume; la parte descrittiva-catastale è stata divisa nelle unità orografiche a morfologia carsica, disposte da N a S, il cui insieme può delimitarsi con sufficiente approssimazione:

APPENNINO.

Sabino - Calcari liasici, scaglia e calcare rosato cretacei; carsismo localizzato.

Carseolano - Calc. compatti cretacei e in parte marnosi miocenici; carsismo a grandi inghiottitoli, bacini e valli chiuse.

Tiburtino-Prenestino - Calc. liasici, cretacei e miocenici; carsismo non molto sviluppato, localizzato.

Simbruino-Ernico - In massima parte calcari e calc. dolomitici massivi cretacei, in basso miocenici (valle del Sacco); carsismo estensivo sviluppatissimo.

ANTIAPPENNINO.

M. Soratte, M. Cornicolani - Calc. compatti del lias; carsismo localizzato.

M. Lepini - Calc. neocretacei massici e stratificati; carsismo superficiale e sotterraneo notevole. Carsismo suballuvionale della fascia pontina.

Ausonio-Aurunco - Calc. massici, in prevalenza cretacei; liasici a S; idrografia esclusivamente sotterranea, carsismo estensivo a grandi inghiottitoi e ampi bacini chiusi; grotte litoranee.

Circeo - Calc. cristallini liasici; grotte litoranee.

A questi deve aggiungersi il *carsismo Cerite*, compreso nei più modesti affioramenti calcarei della regione trachitica fra Tolfa, Cerveteri e Manziana; per convenienza è stato riunito con i fenomeni carsici e subcarsici incontrati qua e là nella campagna a N e a S di Roma.

La prima parte del lavoro contempla le cavità sotterranee conosciute ed esplorate, interamente o almeno in parte, fino al luglio 1948. Per ciascuna sono riferiti gli elementi catastali accertati, seguiti da una breve descrizione. Sono anche ricordate alcune cavità ancora poco conosciute, di cui si posseggono però notizie sufficienti per l'identificazione catastale; per le più importanti si dà il rilievo. Un sommario geologico con particolare riguardo alle formazioni calcaree, ricavato da ricognizioni sul terreno e dalla letteratura è premesso ad ogni capitolo. Nella II parte si espongono considerazioni generali sulla morfologia carsica e sui rapporti che intercorrono fra la sua distribuzione, le condizioni tettoniche e idrologiche, ed è esaminata la frequenza di alcuni tipi applicando metodi morfometrici. Vengono espresse, fra l'altro, considerazioni sull'idraulica e l'idrografia carsica, sulle relazioni tra movimenti sismici locali e cavità sotterranee e sulla meteorologia ipogea.

Le notizie sullo sviluppo storico degli studi speleologici nella nostra regione, sulla toponomastica e sulla speleologia nelle tradizioni popolari saranno presentate invece in altra sede (241a) (241b) (241c). Nella bibliografia, ordinata per argomenti, sono elencate tutte le opere in cui si fa cenno a grotte e voragini del Lazio.

Desidero ringraziare qui in modo particolare il prof. R. ALMAGIÀ, direttore dell'Istit. di Geografia dell'Università di Roma per l'interessamento e la benevolenza costante dimostrate nel seguire questo studio, il barone prof. G.A. BLANC per l'ospitalità offerta nel laboratorio di Geochimica dell'Università per le ricerche di microstratigrafia quaternaria; alla cortesia del prof. A.C. BLANC devo l'occa-

sione di aver potuto collaborare alle campagne di studi compiute nelle grotte litoranee del basso Lazio. Ringrazio inoltre il barone C. FRANCHETTI, presidente del Circolo Speleologico Romano, per le interessanti fotografie eseguite durante alcune esplorazioni, il prof. G. MORANDINI dell'Università di Pisa col quale compii ricerche meteorologiche sotterranee a Pastena e osservazioni sui M. Lepini. Infine mi è grato ricordare, oltre al prof. C. GUARESCHI dell'Università di Modena e all'entomologo I. MOSCA, gli speleologi del C.S.R., valido ausilio nell'esplorazione degli inghiottitoi più impervi.

NORME PER LA LETTURA DEL CATASTO

ABBREVIAZIONI ADOTTATE.

- n* = Altri nomi della cavità, o toponimo indigeno.
Loc. = Comune, frazione, luogo, ove trovasi la cavità.
sit. = Situazione del sotterraneo; che dista m. . . . in direzione . . . da
F^o. = Foglio, quadrante, tavoletta della carta topografica d'Italia dell'I. G. M.
qm. = Quota dell'ingresso in m.; per le grotte e voragini corrisponde all'imbocco; per le doline, generalmente al punto più basso del perimetro: quando siano indicate 2 quote, la più bassa si riferisce al fondo.
lm. = Lunghezza complessiva in m., cioè sviluppo planimetrico.
Lm. = Lunghezza in m. misurata lungo l'asse mediano della galleria principale.
pm. = Profondità massima in m., cioè dislivello tra il punto più elevato ed il punto più profondo. Precede al segno + quando la quota inferiore giaccia all'ingresso (grotte col fondo in salita verso l'interno, di sbocco).
p. int. = Pozzi o salti interni. Per ciascuno è indicata la profondità in m. procedendo dall'esterno verso l'interno.
lp. = Lunghezza in m. percorsa.
pr. = Profondità in m. raggiunta.
Dm. = Diametro maggiore in m. e sua direzione (doline, pozzi).
dm. = Diametro minore in m. (doline, pozzi).
esp. = Esplorazione (date, nomi, ecc.).
ril. = Autori dei rilievi topografici.
bibl. = Letteratura con numero di riferimento alla bibliografia.

Ogni cavità è preceduta dal proprio n° catastale, che accompagna il rispettivo rilievo top. I n. i seguiti dalle iniziali La (= Lazio), A (= Abruzzo), sono quelli dei sotterranei già iscritti nel Catasto generale dell'Istituto Ital. di Speleologia. Gli altri n. i sono quelli del catasto del Circolo Speleologico Romano.

Le lettere minuscole tra parentesi si riferiscono alle note poste in fondo a ciascun capitolo.

I numeri corsivi entro parentesi si riferiscono alla bibliografia; quelli con asterisco, all'opera che tratta più estesamente della cavità cui si riferiscono.

I termini di destro, sinistro, nella descrizione di grotte, vanno sempre intesi considerando il procedere dall'esterno all'interno; in tutti gli altri casi si intendono nel senso idrografico.

Le profondità e le dimensioni dei laghi sotterranei sono date per le condizioni estive di magra (luglio-settembre).

PARTE PRIMA

TOPOGRAFIA DEI FENOMENI CARSI
E CATASTO DELLE CAVITÀ SOTTERRANEE
DEL LAZIO

CAPITOLO I

CARSISMO DELLA SABINA

La Sabina comprende i rilievi posti alla sinistra del Tevere, limitati a S. dalla valle dell'Aniene, a oriente dal F. Turano e dalla piana Reatina, a N. dal F. Nera.

Geologicamente rappresenta la zona di transizione (a) dalle condizioni stratigrafico-tettoniche a facies abruzzese a quelle di facies umbra (352): rispetto a queste anzi, può ritenersi in linea generale che la porzione SE sia ancora geologicamente, in massima parte, un prolungamento dell'Abruzzo (facies calcareo-marnose mioceniche); a N. invece presenta prevalentemente caratteri umbri (facies di scaglia cretacea e paleogenica).

I terreni più antichi, fatta eccezione per i modesti affioramenti dei calcari dolomitici grigi retici a conchodon presso Moricone e M. S. Pancrazio, sono rappresentati dal Lias (b). Il fenomeno carsico può considerarsi limitato a tale formazione; i calcari cristallini scheggiosi, a grossi banchi del Lias inferiore sono particolarmente importanti a questo riguardo per la notevole potenza raggiunta: nella loro area giace la modesta serie di bacini e depressioni carsiche di Val Leona, Prati di Stroncone, delle Capannacce, e dell'Acqua Panara, dai quali traggono alimento numerose sorgenti sul versante reatino, tra Piediluco e Contigliano. Sovente gli sbocchi di livelli alti abbandonati dalle acque, antiche risorgenze, costituiscono grotte per lo più non vaste.

Il Lias medio si presenta invece con calcari bianchi o grigiastri, granulari e selciferi con frammenti di crinoidi e rhynchonelle o con facies ammonitifere: non vi mancano però intercalazioni marnose

che pertanto non impediscono, (gruppo di M. Gennaro-Pellecchia) lo sviluppo della morfologia carsica esterna (il Pratone), mentre vi è sensibilmente più ridotta quella sotterranea. Il Lias superiore, che giace in discordanza sui precedenti, è rappresentato da calcari bianchi o giallastri a posidonomye (P. Bronni) e dalla facies rossastra ad ammoniti (ammonitico rosso) specialmente nella zona di Poggio Moiano, a N di Poggio Mirteto, e a M. Elci, dorsale singolarmente somigliante al non lontano Soratte. Verso S (M. Gennaro), tende a passare a calcari grigi, divenendo più marnoso con un aumento di scistosità (piani Aaleniano e Toarciano) (b). Considerando l'estensione del complesso calcareo liasico, vediamo che esso costituisce il nucleo dei tre principali sistemi orografici sabini e precisamente i M. Lucretilli (Gennaro-Pellecchia); la catena di M. Cosce-M. S. Pancrazio, appendice meridionale dell'area liasica di Amelia (catena Amerina); le alture dei M. Macchialunga-M. Pizzuto. Isole liasiche minori, e tali veramente erano alcune nel mare pliocenico (c) son la dorsale di M. Elci o di Fara Sabina ed il gruppo dei M. Pendente-Muro Pizzo, appendici del massiccio Gennaro-Pellecchia.

Il Giura accompagna sempre perifericamente le aree liasiche; è maggiormente sviluppato al Gennaro, a N del Pellecchia ed al M. Pendente, con calcari granulari biancastri a straterelli selciferi ed intercalazioni calcareo-scistoso-arenacee di facies sabina; la facies umbro-marchigiana prevale invece a N. di Poggio Mirteto con calc. scistosi e strati silicei ad aptici.

Il Cretaceo compare in Sabina, già con gli aspetti che lo contraddistinguono in Umbria: inferiormente prevalgono grossi banchi di calc. selciferi bianchi neocomiani (calcare majolica), separati dal Cretaceo superiore, dagli scisti a fucoidi talora ittiolitici e bituminosi (Stroncone) che danno luogo a un livello impermeabile lungo il quale non sono rari gli allineamenti sorgentiferi (versante orientale di M. Tancia). Il Supracretaceo presenta inferiormente la serie del calcare rosato (complesso di calcari compatti bianchi-giallastri, grigi o rosati) e sopra la scaglia rosata o rossa, complesso di scisti e calcari marnosi sottilmente stratificati di Greccio e M. Tancia. Nell'alta val Farfa tra Orvinio e Scandriglia, compaiono ridotti affioramenti del complesso paleogenico di scisti calcareo-marnosi noti, per il loro colore grigio-verdastro, col termine di scaglia cinerea.

Il Miocene nella Sabina Sud-orientale (d) si compone dei soliti calcari organogeni a lepidocicline del Mioc. inf. con pochi lembi arenacei e marnosi langhiani, facies diffusa nell'Abruzzo e nel La-

zio meridionale, che si estende per quasi tutto il Cicolano ed il Carseolano tra le valli del Turano e del Salto. A N di Fara Sabina invece ha inizio un complesso calcareo-marnoso-arenaceo, talora scistoso di tipo più settentrionale e, nella zona marginale occidentale del bacino di Rieti si verifica la transizione fra le due facies. Questa zona si prolunga parallelamente alla valle del Licenza, dove si sviluppano il sistema della scaglia marnosa e dei calcari nei quali furono riconosciute localmente microfane dell'Eocene medio e sup., dell'Oligocene e del Miocene infer. (e).

Il Pliocene riveste uniformemente le parti più basse della Sabina, specialmente nel centro, tra Fara Sabina, Poggio Mirteto e Rocca Sinibalda, l'antico golfo Sabino (c), e la pianura fino al Tevere.

Al Quaternario infine appartengono alcuni lembi di tufi vulcanici a sinistra del Tevere, formazioni tartarose e travertini presso Poggio Mojano e Vicovaro, nei quali ultimi non mancano limitate manifestazioni di carsismo (S. Cosimato).

Come per le facies litologiche, così anche per la struttura tettonica si ha il passaggio da quella meridionale a blocchi rigidi e fagliati, al tipo settentrionale piegato in relazione ad una maggiore plasticità dei terreni. La catena orientale è formata nel suo insieme da un'anticlinale il cui asse, da normale a N, tende ad inclinarsi maggiormente a levante, man mano che si procede verso S (a). I calcari del complesso più antico (Lias-Giura) mostrano maggiore rigidità; la scaglia rossa è invece più plastica e così anche i terreni miocenici; questi ultimi anzi hanno subito localmente un successivo sensibile piegamento per fenomeni circoscritti di scivolamento e assestamento. Nella zona meridionale (d), segnatamente nel Gennaro-Pellecchia, le pieghe dirette NE-SO, sono accompagnate da sistemi di fratture longitudinali; più a E si inseriscono elementi di tettonica spezzata centro-meridionale.

59 - Pozzo Corvo — Loc. Narni - sit. presso Casale Penna (Padernabara Sacripanti), verso il F. Aja, lungo la via Itieli-Narni - F.° 132-III (Magliano Sabino) - esp. G. Terrenzi 1888 - *bibl.* (52)* (330) (344).

Dolina a pozzo con folta vegetazione; l'acqua è sempre rapidamente assorbita onde il nome (da *corbo* = canestro).

G. TROTTARELLI (199) segnala una grotta nel calcare liasico vicino alla cascata delle Marmore. Sulla riva sinistra del F. Nera, alle falde del M. Maggiore esistono alcune grotte di modeste dimensioni; pres-

so Montoro Vecchio è segnalata una voragine; a Colle Ventatoio (m. 909), fra l'abitato di S. Urbano e M. S. Pancrazio vi sono alcune doline ed altre depressioni in località « i Campi ».

329 - GROTTA CHERUBINI — *sit.* sulle pendici del M. Cosce (m. 1114), in loc. Prato Rocci - *F.º* 138 - III (Magliano Sab.) - *qm.* 476 - *lm.* 100 - *Lm.* 44 - *pm.* 35 - *p. int.* 35 - *pr.* 35 - *esp.* C.S.B. (O. Ranieri, L. Pighetti, L. Sorrentino) 27-VI-1948 - *ril.* O. Ranieri 1948.

La grotta segue gli strati e le diaclasi del calcare infraliasico. Lungo i primi s'internano le gallerie quasi orizzontali; nelle seconde s'apre poco dopo l'ingresso, una profonda voragine che va restringendosi a crepaccio sotto ai 40 m. divenendo impraticabile. La grotta si compone di 2 gallerie principali larghe da 1 a 4 m., alte fino a 2,5 m., con sezione per lo più triangolare e rivestite parzialmente da croste stalattitiche. Bracci minori perpendicolari collegano i 2 rami paralleli principali; uno di essi appare tutto tappezzato da una rete di innumerevoli radici delle piante che rivestono la montagna. Gli stillicidi sono scarsissimi.

60 - GROTTA DELLA MANDORLA — *Loc.* S. Filippo - *sit.* raggiunte le sorgenti del fosso Capo d'Acqua (f), per un sentiero a NE si scende ad una valletta asciutta affluente; a 6 m. sul letto del torrente - *F.º* 188 - II (Rieti) - *qm.* 640 - *lm.* = *Lm.* 52 - *pm.* +5 - *esp.* *ril.* R. Riccardi VII/1926 - *bibl.* (42).

Grotta semplice nel calcare cretaceo inf. con tre ambienti intercomunicanti in direz. NE-SO; mass. largh. m. 6 e volta di 3 m. nell'ultima sala. Il secondo corridoio è diviso da una serie di pilastri rocciosi rivestiti da concrezioni. Suolo coperto, in buona parte, da stalagmite; negli ambienti più ampi, depositi di guano. D'estate è asciutta; d'inverno forte stillicidio per lo spessore ridotto dei terreni sovrastanti.

61 - GROTTA S. ANGELO — *Loc.* id. - *sit.* fianco meridionale di Cima Macchia Cerro, a 2 Km. da S. Filippo - *F.º* id. - *qm.* 800 - *lm.* 28 - *pm.* 3 - *esp.* *ril.* R. Riccardi - *bibl.* (42).

Ha forma a T con due cunicoli perpendicolari tra loro. L'ingresso è a 10 metri sopra il sentiero, in rocce a picco. La volta ha m. 5 di alt.; in un vano a sinistra della biforcazione due cunicoli uno dei quali comunica per fessura con altra grotticella 10 metri sopra all'ingresso. Il suolo è di terriccio e guano. *Fauna*, numerosi chiroterteri.

62 - GROTTA S. PIETRO — *Loc. id. - sit.* 250 da S. Filippo, presso la mulattiera per il torrente S. Croce - *F.º id. - qm.* 600 - *lm.* 5 - *pm.* 1,5 - *esp.* R. Riccardi, G. Venanzi - *bibl.* (42).

Basso corridoio in discesa. Alt. mass. di volta al centro m. 1,60, con qualche piccola stalattite.

63 - GROTTA DELL'ORSO — *Loc. id. - sit.* sulle pendici N di Macchia Castagna, di fronte alla gr. S. Angelo - *F.º id. - qm.* 740 - *pm.* +2 - *lm.* 8 - *esp. ril. bibl. id.*

Antro largo 5 m., alto 4; a fondo roccioso.

64 - GROTTA CUPEA — *Loc. id. - sit.* pendici S di Cima Macchia Bandita, 2 Km. SO da S. Filippo sul F.º S. Croce - *F.º id. - qm.* 560 - *lm.* 3 - *esp. ril. bibl. id.*

Antro insignificante presso le sorgenti Condotti e Vetica che forniscono acqua all'abitato.

65 - POZZO DEL BANDITO — *Loc. id. - sit.* cima di M. Porco Morto - *F.º id. - qm.* 1220 - *pm.* 3 - *esp. ril. bibl. id.*

Pozzetto insignificante nel calcare del Lias medio.

66 - VORAGINE LE PUZZOLE — *Loc. id. - sit.* sul M. Romano, a 0,5 Km. dall'abitato, presso la grotta S. Pietro - *F.º id. - qm.* 680 (estremità O); 650 (estremità E) - *bibl.* (42).

L'ingresso è lungo m. 96 diretto OE, largo fra 1 e 2 m. In due punti i margini sono uniti da ponti di roccia in posto, uno di pochi dm., l'altro di 10 metri; a 17 m. di profondità presenta un ripiano.

67 - IL CATINO — *Loc.* Poggio Mirteto - *sit.* sotto la fraz. Catino, 4 Km. da Poggio Mirteto a destra della strada provinciale per Aspra - *h.º* 144 - *IV NE* (Poggio Mirt.) - *qm.* 374 - *pm.* 95 - *Dm.* 175 *NO* - *bibl.* (53)* (54) (229) (237)* (245) (248)* (249) (340) (345) (361).

L'abitato di Catino (fraz. di Poggio Catino) prende nome da due avvallamenti fra i quali giace: il Catino ed il Catinello. Il primo è una delle più celebri cavità carsiche del Lazio, non per la natura del comune fenomeno, ma per le discussioni cui dette origine nei sec. XVIII-XIX. Riportiamo l'efficace descrizione del PALMIERI (361) (III, pag. 98), « Un grande, profondo cavo più ampio del Colosseo di Roma, formato da un naturale avvallamento della terra, ed è tutto

di sasso nudo; solo nel fondo a guisa di piazza morta, vegetano alcune piante di noci e di fichi ». G. A. TUCCIMEI (53) (54) ne riconobbe la natura carsica. È un'antica dolina di crollo in stadio di riempimento avanzato, a contorno regolarmente ellittico. L'orlo più basso sul lato occidentale, declive, permette la discesa all'interno mentre a monte ha una parete alta 42 m. Superiormente gli strati calcarei immersi a NE, appartengono al lias medio, con stratificazione distinta per tutto il lato orientale. La rimanente cavità giace nel calcare bianco-compatto del lias infer. Non molto lungi scorre il Rio Cavalli che, nelle piene, ebbe parte attiva all'ampliamento della cavità, e dopo le piogge dirotte forma bella cascata la cui acqua viene sempre assorbita completamente dal fondo sassoso. Il TUCCIMEI ricorda che avendo visto una volta il Catino diboscato, era visibile la traccia dell'antica volta rappresentata da una linea curva, nella cui parete interna appariva il calcare irregolarmente eroso, mentre al disopra la stratificazione era nettamente identificabile; e ammette, come causa secondaria, che una scossa sismica abbia potuto contribuire al crollo di un terreno già in equilibrio instabile.

Sembra che fino al XVIII sec. le acque vi ristagnassero spesso come mostra una antica incisione (241 a) (248) (249).

68 - IL REVÒTANO — *Loc.* Roccantica - *sit.* m. 1150 a S-SE di Roccantica - *F.*° 144 - IV NE - *qm.* 525 (bordo infer.) - *Dm.* 410 NO - *dm.* 295 - *pm.* 125 - *bibl.* (53)* (54) (229) (245) (269)* (340) (345) (361).

Grandiosa dolina nel calcare del lias infer., a perimetro quasi circolare aperto a monte, con pareti a picco a SE. Sia il fondo che i fianchi erano rivestiti da folta vegetazione di querce, oggi diradata: l'acqua non vi ristagna mai anche dopo le piogge più violente; l'origine è con tutta probabilità, simile a quella del vicino Catino. Il GUATTANI nel 1830, il MAROCCO, il PALMIERI ed infine il TUCCIMEI ne dettero cenni descrittivi.

69 - GROTTA DI S. LEONARDO — *n. gr.* di S. Michele — *Loc.* Roccantica - *sit.* riva destra del f.o Galantina (V. Scura), m. 1150 a SE di Roccantica - *F.*° 144 - I NO (Salisano) - *qm.* 475 - *lm.* 15 - *esp.* C.S.R.

Modesta grotta adibita a santuario.

70 - GROTTA GRANDE DI MURO PIZZO — *Loc.* Poggio Mojano - *sit.* a NO della vetta di M. Muro Pizzo (m. 990) - *F.*° 144 - I (Fara Sabina) - *qm.* 860 - *lm.* 100 - *esp. ril.* Pusterla 1887, P. Pietromarchi 1930 - *qm.* 831 - *bibl.* (39).

Grotta interessante; poco oltre l'entrata alta 3 m. si allarga in un ambiente di m. 5×5 donde un corridoio con stalattiti largo 5 m., lungo 12, asciutto, conduce ad una vasta sala larga 25 m. con pilastri. Da essa si dipartono alcuni rami, la maggior parte dei quali è lunga 30 m. D'estate il primo ambiente è ridotto ad ovile.

71 - GROTTA PILA — *Loc.* Poggio Mojano - *sit.* Monte Frainili, Km. 1 ca. a NE di fosso Vignali - F.° 144 - I SE (Poggio Mojano) - *qm.* 831 - *bibl.* (39).

Grotta grande e melmosa, interessante per un gruppo di concrezioni singolarmente contorte.

Presso Montelibretti MAROCCO (op. cit., II pag. 116) e PALMIERI (361) accennano ad una sorgente che « sgorga da una collina dove è una lunga grotta chiusa ad arte ». Presso Moricone giace un'ampia cavità, chiamata POZZO FORNELLO per i vapori che vi si condensano l'inverno, sul colle detto la Scalinata (76) (229). Sul versante S del M. Calvario è un'ampia dolina di pendio aperta a valle, a forma di regolare anfiteatro; più oltre giace un piccolo piano carsico detto *delle Pianelle* con alcune doline sotto M. Ara del Crognale a N di Monte Flavio. Il PONZI descrisse in questa regione una dolina con lago che si formò per crollo (g), e che sembra riconoscersi in una cavità asciutta posta a N sotto alla cima del M. Pellecchia, in località Colle Valle del Lago a m. 1265. Un Km. circa a SE, trovasi il

72 - POZZO DI PELLECCIA — *Loc.* M. Pellecchia - *sit.* presso Colle il Serrone - F.° 144 - II NE (Orvinio) - *qm.* 1067.

73 - POZZO DEI CASALI - *n.* Pozzo di Percile — *Loc.* Percile - *sit.* 700 m. a NE dalla strada per Orvinio, sotto Colle Serre - F.° id. - *qm.* 800 - *Dm.* 100 NO - *bibl.* (270) (361).

A S di Orvinio v'è un ampio bacino catturato dal fosso di Val-lebuona detto Spineta; a N invece si estende il piano del Pantano, dove sono alcune cavità presso Casale Puletrara:

74 - FOSSA I DELLA PULETRARA — *Loc.* Orvinio - *sit.* m. 700 a NE di Orvinio - F.° 144 - II NE - *qm.* 684 - *Dm.* 80.

Profonda dolina, quasi circolare.

75 - FOSSA II DELLA PULETRARA — *Loc.* Orvinio - *sit.* m. 200 a E della I - F.° id. - *qm.* 704 - *Dm.* 100 ca. NE - *dm.* 70.

Dolina a perimetro irregolarmente triangolare e allungato; sullo stesso allineamento delle precedenti, un po' più a NE, una debole depressione del terreno al livello del piano (m. 695) indica come qui fosse una più antica cavità, ora colmata e attenuata dall'erosione.

76 - POZZO DELLA FORESTA — *Loc.* Vallinfreda - *sit.* a Km. 1,5 verso Orvinio, sul piano a O di colle Castiglione - *F.º* 145 - III NO (Carsoli) - *qm.* 665 - *bibl.* (270).

Molto profondo, ora ostruito all'imbocco.

Nella zona tra Orvinio e Vallinfreda esistono, oltre alle riferite, alcune cavità minori ed una simile al Pozzo dei Casali, chiamata POZZO DEI CEPPI (270).

77 - POZZO DI M. MORRETTA — *Loc.* Orvinio - *sit.* sul versante E di colle Morrone, sotto uno spuntone roccioso difficile a trovarsi - *F.º* 144 - II NE - *qm.* 1000 ca. - *bibl.* (11).

Altre due voragini si trovano nella stessa zona a breve distanza.

78 - GROTTA DI M. CASTELLANO — *Loc.* Orvinio - *sit.* presso la cima di M. Castellano - *F.º* id. - *qm.* 1070 - *bibl.* (11).

LAGHETTI DI PERCILE. — Detti localmente Lagustelli, sono delle raccolte d'acqua in doline dal fondo impermeabilizzato da terra rossa. Attualmente se ne riconoscono due ma anticamente erano tre, come appare ancora nella carta Rizzi-Zannoni che è la prima ad indicarli. Ciò è confermato da G. CALINDRI che nel 1829, riferendosi ai due laghetti oggi ancora esistenti, osserva (303) (pag. 61) che « ...più superiormente all'uno ed all'altro, eravi altro laghetto ora (nel 1829) asciugato affatto, conoscendosi tuttora il terreno più inferiore di livello del circostante ». Oggi i laghetti tendono ad essere catturati da due valloncelli e non è lontano il giorno della loro scomparsa. Li ricordarono altresì il GUATTANI, il SEBASTIANI, il PALMIERI e l'ABBATE. Sono noti per la grande quantità di sanguisughe che albergano.

79 - LAGHETTO PICCOLO — *Loc.* Percile - *sit.* a m. 1500 a S di Colle Civitella (m. 974), a E di Percile - *F.º* 144 - II SE (Vicovaro) - *qm.* 715 - *Dm.* 80 NIS - *bibl.* (229) (240) (258) (270) (303) (361).

Dolina con laghetto quasi interamente colmato: verso il lato NO persiste una pozzanghera. L'altezza maggiore della sponda a monte è di 17 m.; profondo circa m. 2,5.

80 - LAGHETTO GRANDE - *n.* lago di Marrone o Fraterno (229) — *Loc.* id. - *sit.* m. 80 a S del preced. - *F.º* id. - *qm.* 720 - *Dm.* 100 N - *bibl.* (356) e v. n. 79.

Quasi circolare con circonferenza di m. 400. Le sponde sono alte in alcuni luoghi 7 m. sul livello dell'acqua.

81 - IL CATINO DI MANDELA — *Loc.* Mandela - *sit.* m. 1000 a NO di Mandela, sul Colle Catino - *F.º* id. - *qm.* 500 - *pm.* 70 - *Dm.* 200 NE - *dm.* 120 - *bibl.* (24)* (270) (339).

Ampia dolina nel calcare miocenico. A valle è profonda solo 25 m.; dopo forti piogge si trasforma in pantano.

51 La - POZZO DI CINETO ROMANO — *n.* Bocca o Buca di Pozzo o il Cineto; anticamente: Pozzo di Scarpa - *Loc.* Cineto Rom. (Arsoli) - *sit.* a NE presso il paese, sul sentiero per Vallinfreda - *F.º* 145 - III (Carsoli) - *qm.* 580 - *pm.* 50 - *esp.* C.S.R. (Datti, Franchetti, Zileri) - *bibl.* (257) (358) (270) (307) (345) (361).

Pozzo carsico nel calcare miocenico, protetto da muro. Non molto profondo, sebbene tale fosse stato ritenuto dal CAPPELLO (307) che lo dice più grande della voragine di M. Spaccato (Tivoli). Intorno ad esso sono varie leggende.

Il giacimento di travertino spugnoso, che si estende allo sbocco della valle del Licenza nell'Aniene, presso S. Cosimato, è perforato da diverse grotte naturali conosciute col nome di Grotte di S. Benedetto. Di esse accennarono vari Aa. che le hanno confuse sovente colle antiche cave di tufo litoide labirintiche dette Grotte della Sirena e degli Arnali, prossime al T. Licenza (208) (327) (328) (361). Le grotte, di modeste dimensioni, si aprono nella parete a picco sull'Aniene che scorre in una forra. Altre minori ridotte ad ovile si trovano a O, prossime all'imbocco della galleria ferroviaria verso Vicovaro. La parete di travertino presenta nicchie e incavi irregolari, ripari sottoroccia, ora alti e ampi, ora stretti e bassi. Quivi furono trovate sepolture e resti eneolitici nel 1912 (145) (176).

83 - GROTTA DEI SARACENI — *Loc.* Vicovaro - *sit.* sotto al convento di S. Cosimato - *F.º* 144 - II SE (Vicovaro) - *qm.* 315 - *lm.* 8 - *esp.* C. S.R. (C. Ranieri, G. Mangili, B. Rossi) 20/IX/1946 - *bibl.* (241 b).

Ampio ambiente aperto da un lato, di m. 8×5 : presenta sulla volta un pozzo a pareti lisce, cilindrico, chiuso da una lastra di pietra. Il fondo è ricoperto da innumerevoli ossa umane frantumate disposte alla rinfusa sotto 10 cm. di terra. Vi abbondano specialmente ossa lunghe, frammenti di mandibole e qualche vertebra: scarsissimi frammenti di crani; da un calcolo approssimativo vi sarebbero rappresentanti più di 1000 individui di ambo i sessi e di tutte le età. Molte di esse non sono più antiche di 700-1000 anni; dalla giacitura e, per la loro natura, sembrano essere stati trasportati dallo sgombero di qualche vicina necropoli. Lo strato di ossami presenta il maggiore spessore sotto al foro della volta (h).

84 - GROTTA DEI CAVALLI — *Loc.* Vicovaro - *sit.* sotto al convento di S. Cosimato - *F.º* id. - *qm.* 320 - *lm.* 45 - *Lm.* 21 - *pm.* 12 - *p. int.* 6 - *esp.* C.S.R. - *ril.* C. Ranieri. L. Pighetti 1946.

È la maggiore di queste grotte; nel primo ambiente giace al suolo un grande gruppo di stalattiti precipitato dalla volta. Abbondante guano è ammassato nell'interno: una ripida discesa conduce ad un ambiente cosparso di ossa equine in gran copia, vecchie di qualche centinaio d'anni.

85 - GROTTA DELL'ACQUEDOTTO — *Loc.* Vicovaro - *sit.* a 30 m. dalla grotta dei Cavalli - *F.º* id. - *qm.* 315 - *lm.* 15 - *esp.* C.S.R. - *ril.* C. Ranieri 1946.

Ampio vano senza comunicazioni naturali con l'esterno, alto 10 m., raggiunto da un cunicolo artificiale. Il suolo è ricoperto da uno strato di stalattiti infrante: per fessure impenetrabili comunica con la grotta precedente.

86 - POZZETTI GEMELLI — *Loc.* Vicovaro - *sit.* nel prato di S. Cosimato, sopra alle grotte - *F.º* id. - *qm.* 340 - *lm.* 9 - *pm.* 5 - *esp.* C.S.R. - *ril.* C. Ranieri 1946.

Piccola cavità di scarso interesse.

NOTE

- (a) LORTI B. - *Osserv. geol. nei dintorni di Rieti* (Com. Geol. 37, 280; 1906 e *ibid.* 1903).
 id. *Descriz. geol. dell'Umbria* (Mem. descr. carta geol. d'It., 21; Roma 1926).
 id. e CREMA C. - *Op. cit.*
- (b) MAXIA C. - *Sul lias super. di S. Polo de' Cavalieri*. (R. Acc. d'It., rc. cl. sc. nat., s. VII, 4, 527, Roma 1943).
- LOSAcco U. - *Note geologiche e morfologiche sulla Sabina meridionale*. (Atti 14º Congr. Geogr. It., 415; Bologna 1947).

- TUCCIMEI G. - *Il sistema liasico di Roccartica e i suoi fossili.* (S. Geol. II, 1887).
- ID. - *Nota stratigrafiche sopra la formazione secondaria dei M. Sabini* (Lincoi P.N. 6; 1891).
- ID. - *Sulla struttura e i terreni che compongono la catena di Fara in Sabina.* (S. Geol. II, 2, 18; 1883).
- MANTOVANI P. - v. (344) e S. Geol. II., 2, 1882.
- LOTTI B., CREMA C. - *I terreni mesozoici dell'Appennino Centrale* (Uff. Geol., 52; 1927).
- (c) SESTINI A. - *Il mare pliocenico nella Toscana Meridionale.* (Mem. Geol., Geogr. di G. Dainelli, 2, Firenze 1891).
- (d) MANFREDINI M. - *Osservazioni sulla serie mesozoica postliasica nel versante orientale del gruppo di M. Gennaro* (S. Geol. II., 66, 37; 1947).
- CREMA C. - *Sezione geologica attraverso la valle del Licenza nel bacino dell'Aniene.* (Com. Geol. 41; 1910).
- (e) PRINCIPI P. - (op. cit., cap. II).
- ID. - *I terreni terziari nel bacino di Rietti.* (S. Geol. II., 52; 1932).
- ID. - *I terreni terziari nei M. Sabini meridionali.* (S. Geol. II., 53, 239; 1934).
- (f) Dicci polle vicine, m. 690 nel calc. lias; temp. Co 11.
- (g) « Questa cavità crateriforme o pozzo naturale, simile a quella del *Cavo della Mola* (?) è ripiena per metà di acqua permanente presso a poco sempre allo stesso livello benché vi si versi continuamente una sorgente che scaturisce sulle pareti dal lato di ponente, probabilmente sofforosa (?) perchè le acque sono cerulee, e servono all'imbianchimento della canape ». Sul medesimo quaderno di appunti del Ponzi (365) segue un bell'acquarello con la dicitura « il Lago Grande che ha dato la denominazione alla tenuta ».
- (h) Dalle osservazioni compiute dal dr. med. G. Mangili, sembra che si tratti di scarichi provenienti da qualche vicina necropoli.

CAPITOLO II

CARSISMO TIBURTINO - PRENESTINO

.. Questa regione comprende rilievi di mediocre altitudine, limitati a N e NE dalla valle dell'Aniene tra Tivoli e Subiaco, e a E dalla linea Subiaco, Affile, Rojate, Paliano (a), così raggruppati:

I M. Tiburtini fra l'Aniene (Tivoli) ed il f.so Empiglione a N, la Campagna Romana a SO; valle della Mola, f.so Saviano, colle S. Felice a SE e NE. Formano una serie di colli il più alto dei quali, l'antico Mons Aeflianus oggi M. S. Angelo in Arcese raggiunge m. 598, seguito dalle alture di M. Spaccato o Calvo e M. Riboli (m. 522). La massa principale è costituita da calcari compatti cristallini, giuresi e liasici medi (b); in due luoghi, immediatamente sotto alle voragini di M. Calvo, e verso Tivoli alle falde di Colle Riboli, affiorano calcari neocretacei cui più a valle si addossano brecce e travertini quaternari.

Presso il corso dell'Aniene sotto Tivoli, esistevano ed in parte sono ancora conservate, grotte scavate tra il travertino ed i calcari

o nella massa travertinoso stessa. Alcune, come la GROTTA DI NETTUNO, in parte distrutta nella prima metà dell'800 durante i lavori di sistemazione del fiume, e quelle dette della SIBILLA e delle SIRENE, scoperte verso il 1763, erano le più note e furono descritte o ritratte da vari Aa. (235)* (236) (263) (265) (266) (268) (307) (345) (350)* (361).

I *M. dell'Ara Salère* (m. 795) tra l'Aniene, il fosso Empiglione ed il Fiumicino, sono in massima parte costituiti da calcari miocenici e in parte neocretacei.

I *M. Prenestini* limitati a N dal fosso Empiglione, a O dalla linea Valle Mola-Fosso Saviano, e ad E dal f. Fiumicino, f. della Valle e f. di Capranica, compongono una dorsale calcarea in massima parte miocenica che va dal M. Spina Santa al M. Manno sopra Capranica, mantenendosi sui 1000 m. e raggiungendo i 1218 col M. Guadagnolo; questo scende con versante scosceso a E verso Pisoniano e S. Vito Rom., dove sono frequenti fenomeni di risorgenza e cavità carsiche, specialmente di sbocco al contatto tra calcari e arenarie. A SO invece, fra Capranica, Rocca di Cave, Palestrina e Poli, si estende un'area ondulata, con frequenti doline, di cui alcune cospicue (fossa Lupara, La Piscina); la parte pianeggiante presso Rocca di Cave è detta Campo Saliato.

I *M. Ruffi*, compresi fra l'Aniene, il torrente Fiumicino ed il fosso Cona della Rocca, fra Subiaco e Gerano, sono costituiti da rilievi paralleli eminentemente carsificati (M. Costasole m. 1251, M. Fossicchi m. 885) con un piccolo bacino chiuso, lungo ca. 2 Km., compreso fra M. Sainese e M. Ruffo, esteso in direzione NO-SE. La massa è costituita da calcari miocen. infer. a lepidocicline ed in parte anche cretacei; frequenti le doline, specialmente al M. Fossicchi presso Cerreto Laziale, e sul M. Costasole con una voragine presso la vetta. Numerose le valli asciutte e cavità dolinoidi nella porzione NE, dove non mancano piccole depressioni chiuse e ripiani carsificati. A S dell'Empiglione riprende la serie marnosa dell'Elveziano (c). Alcuni affioramenti di calcari nummuliferi dell'Eocene medio e super. continuazione di quelli della valle di Licenza, raggiungono il territorio di S. Gregorio di Sassola (d). Il rimanente tra i rilievi di Capranica ed i Simbruini (e) è collinoso, con modeste elevazioni intorno ai 600 m.; l'uniforme mantello arenaceo miocenico è traversato in direzione NS da una serie di fratture parallele. Lungo la principale di esse, affiorano al tetto spuntoni della sottostante serie calcarea sollevata (Elveziano-Tortoniano) allungati nella

stessa direzione. Su di essi sono disposti tutti i maggiori abitati della regione: Olevano, Bellegra, Rocca S. Stefano, Canterano. A questi spuntoni sono limitate le manifestazioni carsiche ed alle estreme propaggini calcaree mioceniche (Montagna di Rojate) del M. Scalambra, dove s'internano i principali sotterranei (grotte dell'Arco e del Perduto).

38 La - VORAGINE DI M. SPACCATO (fig. 8) — *n.* Recretta (= la grotta); grotta Grande di M. Calvo - *Loc.* Tivoli - *sit.* 450 m. a S-SE dalla sommità di M. Calvo (m. 522) sotto allo spartiacque, verso M. Arcese - *F.º* 150 - I NO (Tivoli) - *qm.* 445 - *lm.* 40 - *pm.* 112 - *esp.* C.S.R. (O. Franchetti, Busiri, Iannetta, 9/4/1922); C.S.R. 24/10/1936 e 28/6/1947 - *ril.* A.G. Segre - *bibl.* (39)* (47)* (211) (223) (230) (235) (240) (243) (270) (297) (307) (327) (361).

È la maggiore delle 4 cavità di M. Spaccato; si mostra improvvisamente a guisa di ampia fenditura allungata per 30 m. in direzione ONO-ESE, larga da 2 a 3 m. È una gran diaclasi ampliata più dalla mano dall'uomo che dall'erosione; sono notevoli ovunque tracce di gradini scolpiti nelle pareti e di antichissimi lavori di cava al fondo, per l'estrazione dell'alabastro che riempiva per un certo spazio la diaclasi; a -16 m. dove la sezione si restringe giace un masso incastrato tra le pareti. Il fondo è coperto da un cono di detriti rocciosi: manca ogni traccia d'acqua.

37 La - II GROTTA DI M. SPACCATO — *Loc.* Tivoli - *sit.* 200 m. a NO di Colle Riboli (m. 484) a pochi m. dalla I grotta - *F.º* id. - *qm.* 430 - *pm.* 16 - *lm.* 23 - *esp.* L. Pusterla 1888; C.S.R. 1924 - *bibl.* v. 38 La.

Ha forma di spaccatura, larga quasi 3 m., diretta NNO-SSE; presenta un arco naturale, qualche stalattite e molti detriti al fondo.

6 La - POZZO DI M. SPACCATO — *Loc.* Tivoli - *sit.* m. 430 a S di M. Calvo (m. 522) a pochi m. dalla voragine - *F.º* id. - *qm.* 450 - *lm.* 24 - *pm.* 35 - *esp.* L. Pusterla; C.S.R. - *bibl.* v. 38 La.

Diretta NS, presenta due arcate naturali e scarse concrezioni; più umida delle altre aperture, con folta vegetazione sulle pareti superiori. *Fauna*: all'esterno, intorno all'ingresso Bufo vulg., Zamenis, Lacerta mur. ecc.

36 La - I GROTTA DI M. SPACCATO — *Loc.* Tivoli - *sit.* m. 300 ad O di colle Riboli (m. 844) - *qm.* 380 - *pm.* 14 - *bibl.* v. 38 La.

È diretta NE-SO, facile da percorrere, con belle concrezioni.

87 - DOLINA DI FONTE VECCHIA (fig. 8) — *Loc.* Tivoli - *sit.* a sinistra del sentiero che dal Casale S. Angelo, va ad una fonte alle falde del Colle Rampino - *F.º* id. - *qm.* 460 - *Dm.* 21 NO - *dm.* 16 - *pm.* 10,5 - *esp.*, *rit.* G. Cumin, 1920 - *bibl.* (81)*.

Dolina di modeste dimensioni, ha contorno circolare alquanto più stretto del fondo; inferiormente fino a 5 m. d'alt. le pareti presentano tratti sporgenti, residuo della volta caduta il cui spessore è indicato dai tratti superiori verticali. Verso E, s'interna una nicchia con due cunicoli brevi nelle pareti. Il fondo, ricoperto da vegetazione, è costituito da terriccio misto a frammenti calcarei angolosi: qua e là, resti di concrezioni. Da un lato sotto una parete alta 10 m. è conservato ancora l'antico ingresso della caverna per il quale si penetra agevolmente: l'antica cavità era certamente più estesa. I calcari cristallini del Lias inf. in cui giace la dolina si presentano intensamente erosi da cesellature microcarsiche.

Cavità per suberosione nei tufi della regione Prenestino-Colonnesa:

88 - LA BAGNATORA — *Loc.* Corcolle (Passerano) - *sit.* presso fontane di Passerano, a destra della strada Corcolle-Zagarolo - *F.º* 150 - I SO (Colonna) - *qm.* 110 - *Dm.* 40 NE - *dm.* id. - *pm.* 5 - *esp.* *rit.* R. Almagià, 1905 - *bibl.* (56)* (61) (85) (89) (389).

Cavità tondeggiante, con pareti ripide ed un laghetto nel mezzo; vi sbocca un fosso, che dopo forti piogge drena i prati circostanti. È scavata nei tufi basaltici; poco lungi giace un piccolo deposito di travertino tartaroso (quota 96). Smottamenti di terreno tendono ad ampliare il cavo riducendone la profondità; si formò improvvisamente come gli sprofondamenti di Leprignano, la notte del 10-VIII-1824 (85) (89) ed il 10-IX-1824 la cavità era larga m. 35,5. L'acqua abbassatasi di m. 3,50 era profonda da m. 6,20 a m. 7. Fu riferito (89), erroneamente secondo l'ALMAGIÀ, che diversi anni prima ebbe a formarsi, nello stesso modo un altro laghetto in quei pressi, per cui il luogo si nominò *Quarto del Laghetto*; toponimo ivi ignorato, che si riscontra molto più a S, in tenuta Pallavicina.

89 - SPROFONDO GRANDE DI COLLE CAIPOLI — *Loc.* Passerano - *sit.* Colle di Caipoli - *F.º* id. - *pm.* 170 - *Dm.* 65 NO - *pm.* 16 - *esp.* R. Almagià, 1905 - *bibl.* (56)*.

Dolina nei tufi, con pareti ripide: a fianco una piccola cavità comunica con la maggiore.

90 - SPROFONDO PICCOLO DI COLLE CAIPOLI — *sit.* a m. 300 dal precedente - *qm.* 160-165 - *Dm.* 130 NO - *dm.* 100 - *pm.* 10 - *esp.* R. Almagià - *bibl.* (56).

Pareti in più punti quasi a picco; il fondo è sempre asciutto, inclinato a SE dove giacciono massi di tufo franati; perimetro ellittico.

91 - LAGHETTO DI MONDO — *Loc.* Pallavicina (Colonna) - *sit.* a m. 500 dalla frazione Pallavicina, presso alcuni ruderi - *F.º* id. - *qm.* 163 - *Dm.* 360 NE - *dm.* 230 - *pm.* 25.

Ampia depressione anfiteatroide nei tufi del versante occidentale del colle di Muro Pizzuto. Sul fondo pantanoso sgorga una piccola sorgente; con ogni probabilità si identifica con lo sprofondamento avvenuto nella seconda metà del 1700, accennato a proposito della Bagnatora (v. sopra): « Raccontano i vecchi che altra volta in quelle vicinanze si formasse un piccolo lago che poi sparì, e... questa parte del latifondo... è... denominata il Quarto del laghetto ». (89) e (56) a pag. 96.

92 - LA PISCINA — *Loc.* Capranica Prenestina - *sit.* m. 500 a N del fontanile Saliato - *F.º* 150 - I SE (Palestrina) - *qm.* 830 - *Dm.* 80 EO - *bibl.* (34).

Ampia dolina con fondo pantanoso anche d'estate. Dopo forti precipitazioni vi si forma un laghetto.

93 - FOSSA LUPARA - *n.* Fossa Leprara — *Loc.* Palestrina - *sit.* m. 800 a SE da Castel S. Pietro Romano - *F.º* id. - *qm.* (fondo) 559 - *Dm.* 265 NO - *dm.* 210 - *ril.* O. Marinelli, 1911 - *bibl.* (34)*.

Dolina a forma di caldaio, nel calcare neocretaceo. I fianchi hanno maggiore pendenza nella parte alta; a O v'è una insellatura di 16 m. più elevata del fondo, per la quale si accede all'interno pianeggiante, di terreno coltivato a grano. Dalla parte opposta ampio cono detritico sotto alla ripida fiancata rocciosa alta 75 m. dal fondo. Localmente questa dolina è ritenuta, con poca fondatezza, un antico sprofondamento.

94 - VORAGINI DI COLLE CAMINO — *Loc.* S. Gregorio da Sassola - *sit.* a NE del paese, presso al fosso di M. Rotondo, sotto Colle Camino, 500 m. a E del fontanile - *F.º* 150 - I NE (Castel Madama) - *qm.* 550.

Sono due pozzi attigui con bocca circolare, perimetro di ca. 10 m. e sotterraneamente comunicanti.

Altre cavità minori sono presso il fosso delle Grotticelle, verso Forca Cerella, tra M. Ramone o Pagliaro e M. Spina Santa (m. 1060).

95 - Pozzo di CERRETO (fig. 1) - *n.* pozzo Fossicchi — *Loc.* Cerreto Laziale - *sit.* di fronte al paese, dall'altra parte della valle - *F.°* 151 - IV (Subiaco) - *qm.* 500 ca. - *Dm.* 50 - *dm.* 40 - *esp. ril.* L. Colombo - *bibl.* (17)* (24) (361).

Originatosi per distacchi successivi, presenta pareti fortemente strapiombanti; sul fondo vi è un gran cono di detriti con folta vegetazione di pteridofite: occorrono 20 m. di discesa diretta. Il proseguimento di una grotta orizzontale è ostruito da detriti; il diametro al fondo è di m. 100 ca. per la forte sporgenza della parete incurvata a volta.

50 La - FOSSA AMPILLA (fig. 1) - *n.* Pozzo di Fossa Ampilla o Ampillo o Amplilla (dal lat. *amplus*) — *Loc.* Rocca di Cave (Genazzano) - *sit.* presso alla mulattiera da Genazzano a Rocca di Cave, sul colle di P.^{ta} Carpegna - *F.°* id. - *qm.* 760 - *qm.* 51 - *Dm.* 44 - *dm.* 27 - *esp. ril.* C.S.R., 1926 - *bibl.* (242) (270) (339).

Il SENNI per primo la descrisse con erronee considerazioni sulla sua natura. Si presenta come una dolina semiellittica, a pareti ripide con ampio pozzo nel mezzo, profondo 30 m. Alla base si sviluppa una grotta per 7-8 m.: vegetazione rigogliosa con qualche albero. Anche questa cavità, come altre consimili, si è originata in parte per *sprofondamento*.

96 - RISORGENZA DI PIEDIMONTE — *n.* Ainate - *Loc.* Pisoniano - *sit.* sotto alla parete detta Monti Caprini, versante NE di M. Guadagnolo, in località Piedimonte - *F.°* 150 - I NE (Castelmadama) e 150 - I (Palestrina) - *qm.* 550 - *lm.* 6 - *esp. ril.* C.S.R., 1931.

Le acque sgorgano da una piccola grotta a galleria bassa, difficilmente reperibile fra gli arbusti.

97 - RISORGENZA DELLA FRANA (fig. 1) — *n.* Ainate - *Loc.* Pisoniano - *sit.* R. Piedimonte, m. 1500 NNO da Pisoniano - *F.°* id. - *qm.* 497 - *lm.* 40 - *esp. ril.* C.S.R., 1931.

L'ingresso è parzialmente ostruito da massi franati da un canalone sovrastante. La galleria, larga 3 m., conduce ad un laghetto di sifone. Dopo lunghe piogge le acque escono con fragore.

5 La - GROTTA DELL'ARCO O DI BELLEGRA (fig. 1; tav. V-3; VI-1) — *Loc.* Bellegra - *sit.* m. 500 a NO dal bivio per Rojate (strada Olevano Romano-Subiaco) - *F.º* 151 - IV (Subiaco) - *qm.* 415 - *lm.* 1125 - *lm.* 950 - *esp.* *rit.* C.S.R. (C. Franchetti, L. Tosti di Valminuta, A. Datti, C. Zileri) 19/VI/1925 - *bibl.* (8)* (9) (201) (202) (204) (204a) (204b).

La conca sotto a Rojate detta il Pantano, oggi prosciugata, costituisce un modesto bacino chiuso a perimetro irregolare interamente compreso nelle arenarie calcarifere mioceniche, lungo, in direzione NS, Km. 2,8. Vi si raccolgono le acque provenienti dai colli circostanti (quota mass. m. 708 in loc. Castagneto): su di un'altura è l'abitato di Rojate (m. 697). Il « piano » del bacino presenta la massima dimensione di 1400 m. in direzione NS; è alquanto allungato e largo al massimo 400 m., formato dai sedimenti di un lago che ancora esisteva al principio del secolo XIX, (f). Scomparso il lago, durante l'inverno si formava un acquitrino malarico. I calcari del Cretaceo sup. fessurati e mascherati da calcari miocenici, affiorano a NE di Rojate: la grotta dell'Arco fu scavata dalle acque provenienti dall'antico lago di Rojate e rappresenta la grotta di sbocco dell'inghiottitoio. L'orifizio a monte, ormai ostruito e inattivo, mal si distingue nella parte settentrionale più depressa del bacino al piede di uno hum calcareo, a quota 480 ed aveva l'aspetto di una dolina imbutiforme. Nel 1902 il pantano fu bonificato mediante lo scavo di una galleria parallela all'inghiottitoio e da esso poco distante: se fosse stata conosciuta l'esistenza della grotta, sarebbe bastato riattivarne il percorso naturale evitando la nuova perforazione. La grotta dell'Arco è pianeggiante, con un dislivello massimo di m. 23 fra i due estremi opposti; la volta raggiunge i 35 m. La grotta è percorsa da un ruscello della portata media di 5 l./sec. Una piccola diga in muratura di 3 m. servì in passato a trattenere una raccolta d'acqua la cui energia era utilizzata per un molino (Mola di Civitella).

Le acque hanno depositato per colmata contro il muricciolo fanghi per uno spessore di oltre 2 m. che terminano solo a 250 m. dall'ingresso. Essendo stati aperti dei fori sotto alla diga per l'uscita delle acque, si è prodotto una terrazzamento per riescavazione dei fanghi. Poi la grotta si restringe aumentando contemporaneamente in altezza, con un breve e stretto canyon, quindi si allarga in due imponenti caverne. In parte scavate nelle arenarie gialle dal cui sfacelo provengono grandi depositi di sabbia addossati alle pareti. I due ambienti sono lunghi complessivamente 150 m. Nel primo, (Sala Ciclopica) giacciono alcuni grandi blocchi calcarei caduti dalla volta.

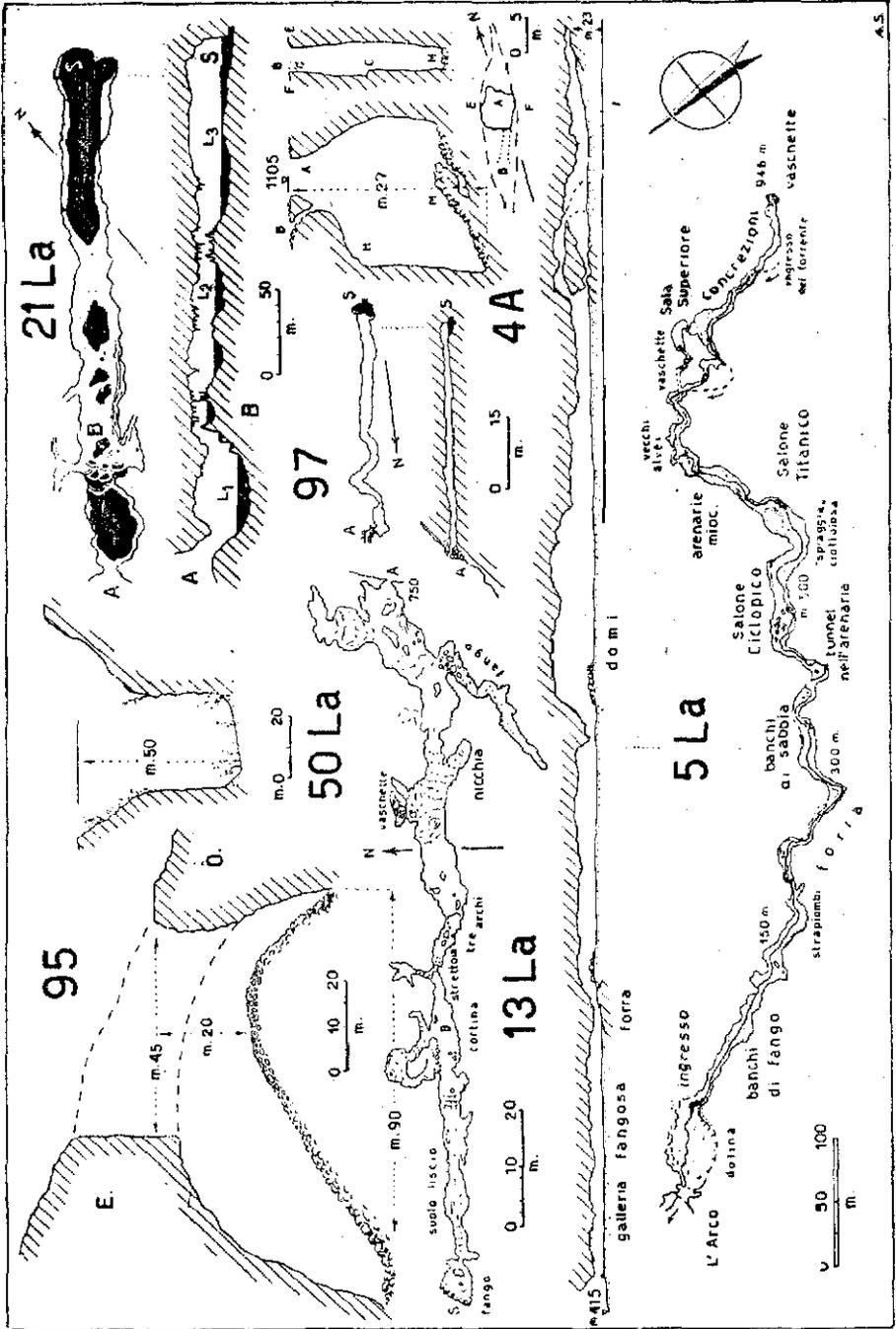


Fig. 1.

Dopo si restringe presentando una diramazione in salita, l'unica importante della grotta, che conduce ad altro vasto salone alto 20 m.; mediante una galleria con belle vaschette incrostanti si ricongiunge alla grotta principale che prosegue al di sotto. Qui, il ruscello, che in alcuni brevi tratti passa sotto le rocce, scompare completamente proseguendo in un fianco della cavità; il resto della grotta trovasi all'asciutto e termina con una colata di fango indurito proveniente da un foro della volta che impedisce ogni ulteriore progresso.

Tra le grotte del Lazio è una delle più interessanti per la morfologia variata prodotta dalla alternanza di calcari e arenarie; non mancano gallerie scavate dalle acque nei banchi fangosi, vaschette incrostanti, concrezioni (parietali, a vello di pecora e a festone), conche, pozze e laghetti profondi più di 1 m., rapide, ecc. Anticamente la grotta era alquanto più lunga, ma la prima parte, crollata la volta, si è trasformata nella dolina dell'Arco (Tav. VI-1) che deve il suo nome appunto ad un arco naturale, unico residuo dell'antica volta. Questa grotta è preda di un relativ. rapido processo di demolizione, particolarmente dovuto alla natura poco resistente del complesso calcareo-arenaceo. Interessante un fenomeno di cattura che dovrà avvenire in un più o meno prossimo futuro: il fosso che ha origine sotto all'abitato di Rojate estraneo al bacino chiuso, passa in due luoghi al di sopra della grotta: col procedere dell'erosione, si produrrà un foro nella volta nel punto dove già si notano stilli-cidi più intensi ed il fosso di Rojate cesserà di affluire nel fosso Carpine a monte della grotta dell'Arco. È anche prossima la cattura del bacino, dal quale il f. so Carpine è separato per una stretta lingua di terra (fig. 5). La grotta segue le diaclasi dei calcari, le cui prosecuzioni si osservano costantemente alla sommità della volta.

La temperatura dell'aria interna si mantiene tra i 15° e i 17° C.; quella dell'acqua, notevolmente inferiore, a 10° C. La fauna, sebbene ricca di specie, è ancora imperfettamente conosciuta: furono raccolti coleotteri cavernicoli (202) fra cui: *Duvalius Franchettii* (Luigioni) ed un'abbondante fauna di crostacei (*Niphargus*), sanguisughe, vari isopodi, miriapodi (*Callipus Sorrentinus Olevanensis* Verh. (204) (204 a).

42 La - GROTTA DEL PERTUSO — Loc. Rojate - *sit.* a m. 550 dal bivio per Bellegra e Rojate, a NE del gomito della strada - *F.°* id. - *qm.* 495 - *pm.* 6 - *lm.* 120 - *esp.* F. Gori 1849; C.S.R. (Cl. Franchetti, C. Zileri, L. Toati) 19/VI/1925 - *bibl.* (11) (270) (327) (328) (361).

Traforo naturale con volta alta in media 8 m., prodotto dall'emigrazione del torrente Carpena o Carpino (fig. 5) che, da una valletta soprastante, s'è aperto altra via naturale più diretta: esce dalla grotta con bella cascata, completamente asciutta in primavera e d'estate. Prima dell'ingresso a valle, di forma grandiosa con tracce di evorsione, si debbono superare alcune marmitte nelle quali ristagna acqua di scarico; la terza di esse è ingombra di massi. Le pareti sono ovunque spoglie di concrezioni; verso il centro si allarga formando un'ampia sala, unico tratto assolutamente buio, ingombra di molti materiali fluitati nei periodi di piena (tronchi, detriti ecc.). Poco oltre si trova l'ingresso a monte, in parte chiuso da un muretto a secco. Numerose colonie di pipistrelli; d'inverno le acque in piena producono grande fragore.

NOTE

- (a) Per opportunità di disposizione vengono incluse in questo capitolo le cavità per sub-erosione dei tufi tra i M. Prenestini ed il vulcano Laziale.
- (b) CANEVARI M. e CORTESE E. - *Sui terreni secondari dei dintorni di Tivoli. (Conc. Geol. 12, 32; 1881).*
 VIOLA C. - *Cenni sulla regione dell'alta valle del Sacco. (Com. Geol. 28, 147; 1897).*
- (c) PRINCIPI P. - *Sulla estensione del miocene inferiore e medio nell'Appennino Centrale. (Uff. Geol. 64, 1; 1939).*
- (d) PRINCIPI P. - *Osservazioni sui terreni terziari del Lazio meridionale. (S. Geol. 11, 57, 226; 1938).*
- (e) BENEDETTI E. - *Alcune osservazioni geologiche sulla regione sublacense. (Uff. Geol., 59, 1; 1934).*
- (f) MAROCCO, (op. cit., vol. 10, p. 164) così lo descriveva ai primi dell'800: «Bello è a vedersi un laghetto che viene formato dalle acque di piovra provenienti da tutti i monti adiacenti, che si estende a circa 20 rubbia (circa 36 ettari) di paese, distante da Rojate uno scarso miglio».

CAPITOLO III

CARSISMO DEI MONTI CARSEOLANI

Questo territorio in massima parte montuoso si estende fra Rieti e Carsoli: a SO i M. Sabini lo separano dalla vallata del Turano e a NE il Salto (valle Cicolana) lo divide dalla catena assai più elevata dei monti Velino (m. 2487), Duchessa (m. 2216) e Nuria (m. 1892). A NO termina con una serie di basse elevazioni presso Rieti,

comprese tra la confluenza del Salto col Velino e il ponte Turano, fra loro distanti solo Km. 4,5; a SE i M. Carseolani proseguono nei Simbruini: manca un limite definito, come tale si suole indicare il fosso Cammarano da Carsoli al valico di Colli di Monte Bove (m. 1111) e la valle superiore del Salto (Imele) da Tagliacozzo a Scurcola Marsicana. Amministrativamente la porzione a occidente dello spartiacque Turano-Salto fa parte della Sabina e quella situata ad oriente viene compresa nel Cicolano, territorio Abruzzese. I maggiori rilievi s'innalzano nella parte centrale dove raggiungono 1506 m. col M. Navegna; nella porzione meridionale essi si dispongono in tre sistemi paralleli: la giogaia di M. Faito (m. 1455) - M. Val de' Varri (m. 1371) a oriente; la catena di Colle La Fossa (m. 1053) - M. Arringo (m. 1127) nel centro, e a occidente la massa allungata di M. Guardia d'Orlando (m. 1315).

Il nucleo interno dei rilievi principali è costituito da calcari compatti neocretacei, a facies ippuritica con gasteropodi e condro-donte, ora in grossi banchi, ora più evidentemente stratificati. Restano però in buona parte coperti dalle formazioni mioceniche dal cui mantello spuntano secondo due zone longitudinali: la prima in affioramenti allungati lungo l'asse del rilievo M. G. d'Orlando-M. Collalto, (presso Colli di M. Bove, Pietrasecca, Nespole e Ricetto); l'altra in fascia continua comprendente la porzione più elevata della dorsale M. Faito-M. Val de' Varri. Il complesso miocenico medio presenta le consuete facies calcarea e arenacea. La serie dei calcari organogeni (a pectinidi, clipeastridi, briozoi, lepidocicline, litotamni, ecc.) rappresenta la parte inferiore (Elveziano) appoggiandosi direttamente sul cretaceo. Il contatto fra quest'ultimo ed il miocene s'osserva distintamente all'interno di alcuni inghiottitoi, i cui sotterranei interessano ambedue le formazioni in conformità agli elementi dedotti dall'osservazione esterna che lasciano ritenere relativamente debole la potenza dei calcari miocenici. La maggior parte del rimanente territorio è occupato dalle arenarie con passaggi da facies gialle o grigie, talvolta compatte, tal'altra scistose e friabili, a facies marnose specialmente verso Rieti. Non vi mancano intercalazioni argillose, particolarmente al passaggio ai calcari organogeni. Tutto il complesso (= molasse) va riferito al Tortoniano e nella parte superiore forse al Pontico, con facies di mare basso specialmente verso l'alto della serie.

Gli agenti esogeni hanno modellato le arenarie in maniera particolare secondo la diversa resistenza: nuclei compatti spiccano in

rilievo sugli strati più teneri particolarmente in prossimità dei luoghi esposti alle azioni eoliche (Colle Castagnola, Tufo; al colle Civitella m. 1015 presso Sante Marie). Più a N, oltre Castel di Tora, affiorano i calcari compatti, bianchi, del Lias inferiore dei M. Sabini, accompagnati da qualche lembo di calcare eocenico. Verso la piana Reatina i calcari si immergono sotto alle argille e sabbie del Pliocene. La porzione orientale rappresenta il raccordo tra gli estremi prolungamenti delle fratture di Valle Roveto e le faglie del Salto che limi-

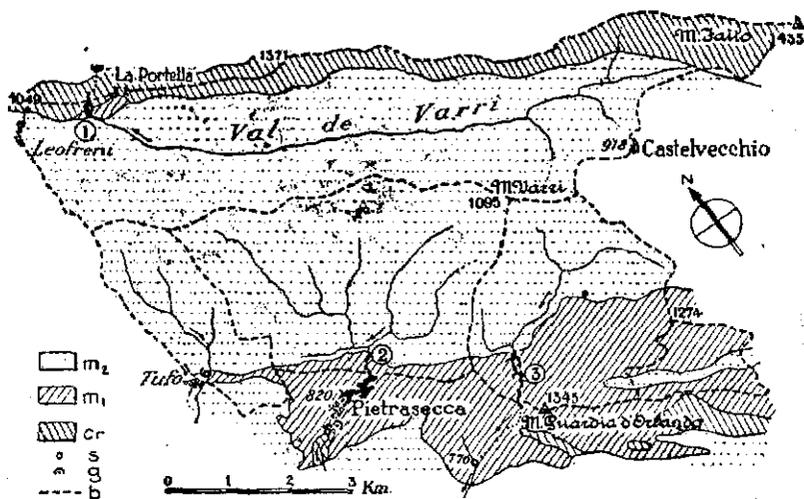


Fig. 2. -- BACINI CHIUSI CARSEOLANI. m_2 , Molasse; m_1 , calcari del Mioc. medio; cr, calc. ipocretico; s, risorgenti; g, grotte di risorgenza; b, spartiacque dei bacini. Inghiottoi: 1, di Varri; 2, di Pietrasecca; 3, di Lappa.

tano a NE il territorio Carseolano. Ivi, lungo il versante destro di val de' Varri si osserva una frattura che procedendo verso NO si trasforma in piega-faglia rovesciata verso Leofreni (a). Più a NO, aumentando l'estensione e la potenza delle formazioni marnose-arenacee, nel paesaggio spicca la disposizione a scaglioni in contrasto con i calcari. Questi spuntano dal paese arenaceo basso, a rilievi dolci rivestiti da folti castagneti; i calcari sono attraversati da una rete di diaclasi, distribuite in zone di maggiore frequenza in relazione con faglie o dove cambia l'inclinazione degli strati. La fratturazione è assai diversa secondo che si tratti di calcari cretacei o miocenici; nei primi è più regolare, con intercalate notevoli macroclasi assai importanti per lo stabilirsi di un carsismo sotterraneo dalle forme grandiose. Nei secondi più marnosi predomina il caratteristico sistema di fratturazione romboedrica la cui rete di fessure è talmente fitta

che il calcare si frammenta facilmente a causa degli angoli acuti sotto i quali si tagliano i piani di frattura. I calc. miocen. nonostante la loro marnosità in alcuni luoghi molto spiccata, sono egualmente preda del carsismo per la scarsa resistenza offerta alle azioni idrodinamiche, manifeste con particolare energia là dove le acque sono richiamate dalle grandi cavità aperte nel sottostante calcare massivo-cretaceo. I terreni marnoso-arenacei vengono consumati dalle acque più rapidamente dei calcari dalle cui barriere sono ostacolate nel loro deflusso: per tale processo erosivo differenziale si sono formati i maggiori bacini chiusi della regione che infatti si trovano riuniti nella parte sud-orientale, dove il miocene arenaceo-marnoso vi è ampiamente sviluppato. Nelle zone di confluenza, i calcari miocenici e cretacei sono traversati da gorgie sotterranee che rappresentano uno dei più interessanti aspetti dei grandi inghiottitoi. Le sabbie e i limi in sospensione, provenienti dal dilavamento dei bacini, specialmente durante le piene, accelerano, rendendola più energica, l'erosione sotterranea. Dopo di aver perforato gli sbarramenti calcarei, le acque provenienti dai bacini di Tufo, Pietrasecca e Luppa vanno ad alimentare il F. Turano, mentre quelle della Val de' Varri vanno al Salto. La rete idrografica esterna è maggiormente estesa nei terreni arenacei, distinti da una discreta impermeabilità; in qualche fosso permane acqua anche nell'estate inoltrata (V. de' Varri); al contrario nei calcari altamente idrovori vengono tutte assorbite, tranne nei periodi di precipitazioni persistenti.

32 A - INGHIOTTITOIO DI LUPPA (fig. 3 e tav. VIII-2) — Loc. S. Maria - *st.* m. 250 a SO del casale Luppa - *F.*° 145 - III (Carsoli) - *qm.* 857 - braccio principale: *p. int.* 16; 21; braccio laterale sinistro: *p. int.* 12; 6; (1) - *lp.* braccio principale m. 620; collaterali m. 530 - *lp. tot. m.* 1150 - *esp.* C.S.R. (C. Franchetti, S. Datti, P. Pietromarchi, M. Leva) 3.5/IX/1929 - Guareschi, Segre, Mosca, VIII/1942 - C.S.R.; (C. Ranieri, E. Spicaglia, A. G. Segre, G. Fighetti, M. Rossi-Marcelli); *Soc. Svizzera di Speleol.* (A. Carozzi, A. Güller, W. Fisher, K. Kutter) *rel.* C.S.R.; A. G. Segre - *bibl.* (11) (12) (30) (31) (34) (35)* (36) (38)* (39) (51) (52) (521).

Il bacino chiuso di Luppa ha perimetro irregolarmente circolare (Km. 11,2) di cui M. Guardia d'Orlando (m. 1345), Colle di Luppa (m. 1025), M. Capistrello (m. 1055) e M. Pietra Pizzuta (m. 1274) son le maggiori quote. Da quest'ultimo ha origine il fosso di Luppa, che dopo aver ricevuto il contributo di 4 brevi affluenti, precipita nella grotta: d'estate è affatto asciutto.

L'androne d'ingresso tetto e grandioso, è tutto modellato a cavità e marmitta alto 20 metri: si scorge solo dalle immediate vicinanze dove il letto ciottoloso del fosso indica l'approssimarsi dell'inghiottitoio (b). A sinistra dell'ingresso esistono due fori circolari, che mettono ad un pozzo, superato il quale, si prosegue carponi nella Grotta dei Tricotteri (c), angusta per il fondo ciottoloso, fangoso e ingombro d'arbusti travolti dalle acque che d'estate ristagnano in pozzette fredde. Dopo circa 65 m. v'è una strettoia B, ingombra di detriti dove le condizioni mutano ogni anno per il diverso apporto delle alluvioni che, non di rado, ostruiscono completamente il passaggio. Più oltre scende allargandosi; un breve pozzo C, conduce ad una stretta galleria inferiore. Dopo alcune vaschette incrostanti ed un ambiente largo una diecina di m., un profondo pozzo D, collega questa con un ramo della galleria principale inferiore. La piccola diramazione E a destra dell'ingresso, asciutta, in salita, è ricca di concrezioni (stalattiti ritorte e spiraliiformi, incrostazioni serpentiformi al suolo). La caverna d'ingresso si restringe con un pozzo F di 16 m. che termina in una grande marmitta cilindrica alla quale ne seguono altre due; la grotta diviene ampia, alta 25 m., ornata da splendide gradinate di bianche vasche incrostanti; discende ad un secondo salto di 21 m. su di un lago circolare in un ambiente domiforme G. Segue un canyon alto da 30 a oltre 40 m., talora stretto 2-3 m., quasi orizzontale, con due laghi lunghi 150 m.; il loro passaggio è difficile per la presenza di una strettoia H di 1 m. dove sono più profondi (m. 3). La grotta torna ad allargarsi in galleria, alta fino a 50 m., larga in media 5, a fondo ciottoloso con qualche raro complesso stalagmitico a cortina o a vaschette, fino ad un gomito (II° domo). Ivi, a destra sul fondo, alta qualche m. sul torrente, giace una meravigliosa aiuola stalagmitica I; lateralmente si diparte una galleria in salita cosparsa di una brina calcarea e di gran quantità di pisoliti, con concrezioni coralloidi sulle pareti. La galleria principale volge a sinistra fino ad un lago profondo, dalle acque limpide e fredde a 6° C., diviso da un difficile sifone S. In questo luogo, qualora non si verificano condizioni di siccità eccezionale rimane a stento lo spazio sufficiente a tener il capo fuor d'acqua; al di là del sifone ammassi di legni e vegetali fluitati. Poi la grotta prosegue più bassa e tortuosa, con laghetti e rivestimenti stalagmitici. Una breve diramazione a sinistra, con una singolare stalagmite di forma auricolare L, si restringe in diaclasi e va a congiungersi col pozzo terminale D. La galleria principale torna ad allargarsi progres-

sivamente; forma alcuni meandri M in lieve discesa, con altri tre laghi e qualche bella concrezione, per proseguire ampia, alta 35 m., verso l'ignoto.

Questa grotta dal difficile percorso, offre splendidi ambienti, vaste gallerie ed accidenti morfologici di alto interesse. I laghi in numero variabile da 12 a 18 secondo le annate, costringono ad una laboriosa navigazione. Le acque tornano alla luce presso S. Angelo di M. Bove, a m. 776, distante 4 Km. in linea d'aria dalla bocca dell'inghiottitoio.

La ulteriore esplorazione fornirà nuovi interessanti elementi. La grotta di Luppa e quella di Pietrasecca sono, per lunghezza e vastità di ambienti, le maggiori attualmente conosciute nell'Italia Centrale.

A S del bacino di Luppa, dietro al M. Pietra Pizzuta, esiste un'altra depressione chiusa, le cui acque si perdono entro alcune doline; a NE il bacino è sostenuto da una ripida costiera calcarea, alta 200 m. detta Vena Tagliata, sotto alla quale passa la galleria di M. Bove (linea ferr. Roma-Avezzano). A metà di essa si manifestò una sorgente (1200 mc. nelle 24h) la cui acqua alimenta i paesi di Tagliacozzo e Carsoli; questa deve considerarsi come la risorgenza del bacino di Pietra Pizzuta.

I A - INGHIOTTITOIO DI PIETRASECCA (figg. 4 e 9) - n. L'Ovido — *Loc. Pietrasecca - sit. m. 400 a NE del paese - F.º id. - gm. 690 - lm. 1400 - pr. 92 - p. int. 3; 18 - lp. 700 - esp. C.S.R. (C. Franchetti, S. Datti) 5/IV/1925; id. 1928-29 - Segre, Guareschi, Mosca, VIII/1942 - C.S.R., Soc. Svizzera di Speleol. IX/1946 - ril. A. G. Segre, A. Güller, C. Rannieri - bibl. (11)* (30)* (44) (45)* (46)* (48)* (49) (51) (324).*

Il bacino di Pietrasecca ha un perimetro trapezoidale lungo Km. 14,2, assai più vasto di quello di Luppa col quale ha in comune un tratto dello spartiacque. M. di Varri è la quota più elevata (m. 1095): la rete idrogr. ramificata si compone di corsi d'acqua temporanei, più o meno paralleli ai lati corti del bacino, che confluiscono in un collettore ad essi normale; a quota 690, scarica le acque, dopo un breve tratto in trincea naturale, in una grandiosa grotta sotto ad un colle sulle cui opposte pendici trovasi l'abitato di Pietrasecca (m. 820). La costituzione geologica è uguale a quella del bacino di Luppa, con la differenza che la massima parte dell'area è occupata dalla formazione arenacea, e solo il lato SO (dorsale di M. Guar-

dia d'Orlando), è formato dai calcari miocenici nei quali s'interna l'inghiottitoio. A 320 m. dal suo ingresso, si raggiungono i calcari *ippuritici* neocretacei che non affiorano, all'esterno, se non in ristrette plaghe vicino alla risorgenza e presso S. Angelo di M. Bove sul versante opposto: in una diaclasi le acque hanno modellato il grandioso sotterraneo. Il portale d'ingresso, con finestra laterale è alto 23 m. Il tratto nel miocene si presenta come un'importante galleria diretta a SO: le pareti sono fittamente fessurate in modo da simulare muraglie a secco artefatte.

Nel primo tratto s'incontrano due laghetti profondi 0,5 m., contornati da ciottolame e fanghi con ammassi vegetali fluitati. Una diramazione B, unica in questo tratto, si diparte a destra del primo laghetto: al suo inizio sono alcune bellissime vaschette incrostanti dagli argini rosso-bruni; dopo un cunicolo termina ad una saletta, con splendida stalagmite bruna contornata da altre bianchissime. La galleria principale ha sezione piriforme, caratteristicamente prolungata verso l'alto a spaccatura (Tav. VII-1 e 2) alta fra 15 e 20 m. Segue un ampio salone D largo 18 m. con un laghetto di 50 m. Più oltre s'incontra un grosso masso tabulare precipitato dall'alto, al piede di una scarpata fangosa appoggiata alla parete destra, dalla cui sommità si scorge tutta la parte centrale della grotta; un po' innanzi la volta si abbassa formando tre arcate F caratteristiche. Al di là di esse, la sezione ed il carattere del sotterraneo cambiano bruscamente, la temperatura diviene costante, le pareti si avvicinano, strapiombano; la volta si innalza, scompaiono detriti e fanghi, il suolo si trasforma in lubrico lastricato calcareo con qualche rara asperità; un lago profondo più di 1 m. fu, dai primi esploratori, denominato *Stige* per l'imponenza dell'ambiente H. Il suolo sempre più inclinato è sfioracchiato dall'erosione: la grotta volta bruscamente a destra fino ad un salto di 3 m. L. Ivi una linea marcatissima segna il contatto fra il calcare miocenico e cretaceo; la cavità in relazione al cambiamento litologico assume un nuovo aspetto, divenendo impervia simile ad un fantastico canyon tortuoso formato da una successione di marmitte sventrate, spiralmate in roccia levigatissima e marmorea, priva affatto di fessure, sulla cui superficie spiccano le tondeggianti sezioni delle ippuriti. Il sotterraneo cambia nuovamente direzione, con stretti meandri: la volta sfugge sempre più in alto scomparendo nel buio mentre il fondo discende ripidamente a gradoni; le mormitte disposte in serie, lisce, colme d'acqua profonda anche oltre 2 m., rendono arduo il procedere. Grandi lame rocciose sporgono dai fianchi del

canyon e dovunque sono le tracce della veemenza delle acque : non mancano talora frammenti di tronchi fluitati, incastrati in qualche fenditura assai in alto. La forra scende ripidamente ed occorrono faticose manovre per varcare un lago M dopo un gomito acuto. Alcune altre marmite e un salto di 18 m. conducono ad un grandioso domo lungo 110 m., largo 65 e alto circa 70 m. La prima metà è occupata da un lago, l'altra parte, dopo un caotico ammasso di blocchi è occupata da una collina con una stalagmite S. A destra numerose vaschette incrostanti ed una grande diramazione in salita con splendide concrezioni; dalla sommità si ammira l'immenso salone, il più vasto ambiente sotterraneo conosciuto nell'Appennino Centrale. Di fronte la caverna si allunga ad ampia galleria ciottolosa e pianeggiante, e prosegue a SO fino ad un sifone. Al di là esistono certamente altri grandi ambienti in diretta comunicazione con la risorgenza.

33 A - RISORGENZA INFERIORE DI PIETRASECCA — *Loc.* Pietrasecca - *sit.* a SO. sotto al paese, ai piedi di un dirupo - *F.º id.* - *qm.* 690 ca. - *lp.* 10 (?) - *esp.* C.S.R. VII/1928.

Non sempre penetrabile d'estate : le acque vi formano sifone. Si procede per facile galleria melmosa, con belle concrezioni fino ad un secondo sifone.

Circa 50 m. sopra a questa trovasi la

8 A - RISORGENZA SUPERIORE DI PIETRASECCA — *n. gr.* di Reotino - *Loc.* Pietrasecca - *sit.* m. 300 sotto alle pareti rocciose a S del paese - *F.º id.* - *qm.* 740 - *lm.* 10 - *esp.* C.S.R. VIII/1928.

È l'antica risorgenza, oggi completamente abbandonata dalle acque e sempre asciutta. Ha un duplice ingresso alto 2 m., a sezione perfettamente circolare.

34 A - GROTTA SUPERIORE DI TUFO — *Loc.* Tufo (Carsoli) - *sit.* in alto, a E rispetto al paese di Tufo Basso - *F.º id.* - *qm.* 800 - *lm.* 19 - *esp.* C.S.R. (C. Franchetti, A. Datti, P. Pietromarchi) 1925.

Il bacino di Tufo, allungato per Km. 4,2 in direzione NS possedeva anticamente un inghiottitoio che passava sotto all'abitato di Tufo. In seguito ad una frana fu interrotto il percorso sotterraneo del torrente che deviò più a S. La grotta rimase quindi divisa in due parti : La più piccola (antico ingresso del torrente) è larga circa m. 1,50 ed alta all'ingresso 2 m.; ha fondo detritico e risulta in gran parte colmata.

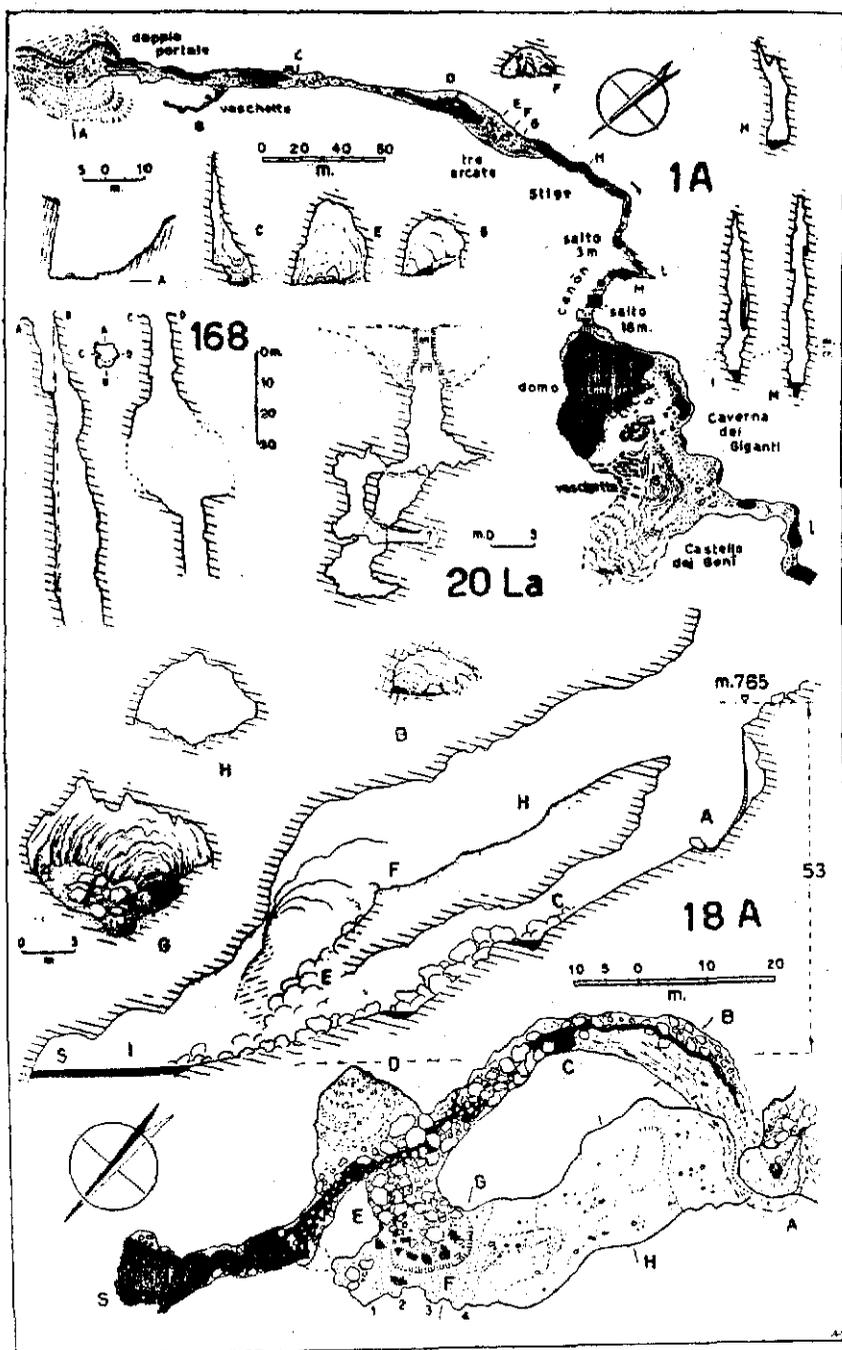


Fig. 4.

35 A - GROTTA DELL'ACQUA NERA O DI TUFO — *Loc.* Tufo - *sit.* a O di Tufo Basso - *F.º* id. - *qm.* 780 - *pm.* +4 - *lm.* 111 - *esp. ril.* C.S.R. VIII/1929 - *bibl.* (11).

Si presenta come un grande androne di m. 15×18. La volta varia da 3,50 a 5 m. d'alt. Le acque ristagnano invadendo la grotta per 20 m. e sono alimentate da una piccola sorgente posta all'interno. La cavità diretta OE è pianeggiante con altra piccola sorgente verso il fondo, dove la volta si abbassa. Ivi restano tracce di lavori tentati senza successo, per ricongiungere le due grotte e ripristinare il funzionamento dell'inghiottitoio onde impedire alle acque di ristagnare presso l'abitato.

19 A - GROTTA DI M. PIANO — *Loc.* Villa di Tufo (Carsoli) - *sit.* 50 m. a N del sentiero per M. Piano in località « il Monte » - *F.º* id. - *qm.* 1070 - *lm.* 18 - *esp.* C.S.R. VIII/1929.

Non lungi dalla sommità di M. Piano, situato fra gli abitati di Nespolo e Tufo, si apre questa breve grotta formata da due gallerie in lieve salita. Sul M. Piano (m. 1140) sono alcune doline, parte nel calcare miocenico, parte nel cretaceo.

18 A - INGHITTITOIO DI VAL DE' VARRI (fig. 4) — *n.* Il Grottone - *Loc.* Leofreni (Pescorocchiano) - *sit.* sotto al valico della Portella, 600 m. a NO di C. Fontelacera - *F.º* 145 - IV (Fiamignano) - *qm.* 765 - *lm.* 210 - *lm.* 125 - *pm.* 53 - *p. int.* 21 - *esp.* C.S.R. (Franchetti, Leva, Pietromarchi, Datti) IX/1929 - Guareschi, Mosca Segre, VIII/1942 - C.S.R. e Soc. Svizzera di Speleol. IX/1946 - *rel.* M. Leva, A.G. Segre - *bibl.* (11) (33)* (45) (118)* (150)*.

Val de' Varri è una valle chiusa lunga 12 Km., confinante con i bacini precedenti; era anticamente una valle normale, nella quale il ciclo erosivo delle acque superficiali è stato progressivamente arrestato da un fenomeno di cattura sotterranea operatosi attraverso alle diaclasi dei calcari che sbarrano la valle. Le acque si perdevano parzialmente, prima di giungere all'ultimo tratto dell'antico talweg, il cui residuo è rappresentato dalla Portella; le sabbie provenienti dal dilavamento delle arenarie contribuivano meccanicamente all'ampliamento delle diaclasi particolarmente fitte in quella zona della piegafaglia di Varri. La soglia (Portella) rimase così sospesa rispetto alla valle attuale per la maggiore resistenza offerta dai calcari e per il loro recente sollevamento tettonico rispetto alle infossate arenarie.

In questa parte più depressa dovette formarsi un laghetto del quale restano alcuni scarsi depositi; il progressivo ampliamento del-

l'inghiottitoio permise il passaggio a tutte le acque, ed il lago si ridusse fino alla totale scomparsa. Col procedere dell'autosotterramento si formò una nuova cavità sottostante alla precedente; innanzi alla grotta superiore si aperse una voragine per sprofondamento repentino, attuale ingresso all'inghiottitoio nel quale ora precipitano le acque. I blocchi, residuo del crollo, sono scivolati lungo il ripido pendio (incl. 30°), costituito dalla faccia degli strati di calcare miocenico, fondo della grotta inferiore. Questa frana fu accompagnata da frammenti parziali all'ingresso ed all'incontro dei due rami della grotta dove i detriti formano uno scivolo d'una ventina di metri. La grotta superiore è una vasta galleria lunga 65 m., larga 21 e alta 15. Di fronte si perviene ad una sala D con stalattiti (l'unica che si abbia nella grotta) delle quali una, di forma imitativa singolare assomigliante ad una figura umana, aderisce ad un cumulo di fango rivestito da concrezione. Più oltre una serie di tre laghetti sta al termine della grotta: i primi due sono guadabili e con acqua corrente; il III assai più profondo di 2 m. maggiore degli altri, nasconde l'imbocco di un sifone ed è popolato da numerosissimi rospi.

La grotta superiore fu abitata nell'età del bronzo (118) (150). Tra i massi della grotta superiore è stata raccolta abbondante ceramica intorno a residui di focolari. I frammenti giacevano alla superficie di tasche di terra sabbiosa gialla commista a carboni e ossa di suini (150). Vi si notano resti di recipienti di grandi dimensioni, privi d'ornamentazione, d'impasto grossolano rosso-mattone o grigiastro e ceramica nera, più fina, lucidata alla stecca. I frammenti di questa presentano ornamentazioni meandriformi, a greca o a punti riempiti di sostanza bianca; tra i frammenti abbondano le bugne e le anse.

36 A - RISORGENZA DI CIVITELLA — Loc. Pescorocchiano (Civitella-Nesce) - *sit.* 600 m. a N di Nesce, presso C. Ciocci - *F.*° 145 - IV (Fiamignano) - *qm.* 660 - *lm.* 8 - *esp.* C.S.R. IX/1929.

È una modesta grotta sotto un dirupo calcareo, profonda 2 m.: con ogni probabilità è la risorgenza delle acque di Val de' Varri.

NOTE

- (1) CREMA C. - *Relazione preliminare sulla campagna geologica del 1911: Abruzzo Aquilano-Lazio.* (Com. Geol., 4: 1912).
10. - *Relaz. sulle condiz. presentate dall'olla nalle del Turano in vista di una sua parziale trasformazione in bacino di ritenuta.* (In: Progetto di massima dell'acquedotto Impero: Roma 1936).

CAROZZI A. - *Esquisse géologique des environs de Pietrasecca - Val de' Varri; Appennin Central.* (C.R. Soc. Phys. Hist. Nat., 64, n° 3; Genève 1947).

- (b) La prima esplorazione (1929) durò 30 ore complessive in 3 giorni; gli esploratori furono sorpresi da una piena e uscirono appena in tempo, dopo aver corso grave pericolo. (Gr. It., 3 n. 4; 1929). La seconda (1942) si limitò al braccio laterale. La terza spedizione (1946) rimase 28 ore consecutive nel sotterraneo.
- (c) Fu trovata una grande quantità di Tricotteri (*Micropterna Sequax* Mc. L.; *M. Nyctero-bia* Mc.; *Stenophytax Mites* Mc. L.). V. anche Mosca (203). Tricotteri furono raccolti anche nella grotta di Pastena, Pietrasecca, V. de' Varri, dell'Oro al Velino.

CAPITOLO IV

CARSISMO SIMBRUINO - ERNICO

I M. Simbruini ed Ernici occupano una vasta regione allungata NO-SE per 57 Km. su una larghezza di 28, tra la valle del Liri (=V. Roveto) a E, le valli dell'Aniene e del Sacco (=V. Latina) a S e SO, ed un limite non ben definito che segue in parte l'alto corso del Turano e del Salto a N. Vi si distinguono cinque regioni ben differenziate nei grandi lineamenti fisiografici:

1) quella a *catene parallele* (M. Fontecellese-Midia e M. Ser-rasecca-Vallevona) con interposte valli asciutte (V. Campocatino d. Pereto, V. Fulicelli, V. Oppieto e Campolungo) separate da dorsali di calcare neocretaceo; più a NE invece si estende una serie di bacini nelle arenarie mioceniche, tra Colli di M. Bove Capistrello, limitati dalla faglia di M. Valminiera-M. Arunzo crivellata di inghiottitoi. Essa è la prosecuzione della frattura sinistra di V. Roveto che poi riappare nel Carseolano a NE.

2) La *Valle del fosso Fiojo* (alto Turano) divide la precedente zona dagli *altopiani di Subiaco-Cervara*, limitati dalle profonde incisioni dell'Aniene, del Simbrivio, e dall'ampio anfiteatro di Valle-pietra. Questi altopiani, d'altezza media tra 1300 e 1600 m., costituiscono la superficie spianata del blocco calcareo-dolomitico del M. Autore. Sono divisi in bacini, conche, valloidi, che rappresentano nel loro insieme una delle più estese aree carsificate del Lazio. La maggior parte ha deflusso esclusivamente sotterraneo, le cui acque sgorgano perifericamente un migliaio di m. al di sotto. Ovunque sono doline, lapiez, voragini, specialmente al Campieglio, Camporotondo, Campobuffone, Campo dell'Oso (= dell'Oso) e all'altopiano dei Di-voracci, Campomuno, Conca di Camposecco e Valle di M. Autore.

3) *L'alta catena Simbruino-Ernica* di calcari ippuritici e nuclei di dolomie triasiche e calc. giuraliasici, va dai M. Autore-Viglio-Monna al Pizzo Deta, con quote tra 1800 e 2156. Ivi sono gli uvali di Campocatino e Campovano con, in superficie, modellamento carsico glacio-nivale.

4) *La zona Verolana a spianamenti* compresa tra la Valle del Fiume (Collèparado), M. Pedicino e Veroli, con gli altopiani dei Colli, di Tesoro, i valloidi dei Prati di S. Nicola e Prato Campoli, il Piano di Carcateria, e la depressione del Lago Canoce con un inghiottitoio.

5) *La regione Ernica propriamente detta*, più bassa, composta da due gradini: quello alto di Arcinazzo tra 800 e 1000 m., e quello basso della Conca Anticolana col L. di Canterno sui 500 m., nella quale si stende un'abbondante coltre di tufi rimaneggiati provenienti, in parte, da dilavamento del gradino superiore.

I terreni più antichi costituiscono due nuclei nel centro del sistema Simbruino; presso le sorgenti dell'Aniene affiorano dolomie triasiche (Norico) di varia consistenza, da cristalline grige a biancastre compatte, a friabili e farinose (a) (con: *Gervilleia exilis* Stopp., *Myoconcha cornalbae* Stopp., *Megalodus gümbelii* Stopp., *wortheniae* ecc.) (b); talora sono intercalati letti selciferi e livelli marnoso-arenacei. In concordanza con queste, e senza interruzione, succede una serie calcareo-dolomitica comprensiva di tutti i termini dal Trias superiore al Giura. Per la scarsità dei fossili non sono stati distinti ancora con sicurezza il Keuper ed il Retico; il lias inf. e medio sono rappresentati da calcari più o meno dolomitici, calc. gialli ad *Orbitopsella praecursor* G., rinconelle, ecc.; dolomie grige, brecciole calcaree, calcari ceroidi e marnosi ad *Arietites conybeari* (Hettangiano) al M. Cotento (b).

Il resto dei rilievi, è formato quasi esclusivamente dalla imponente serie cretacea di facies abruzzese, dove si distinguono un orizzonte dolomitico basale, ed una serie di calcari con dolomie intercalate superiormente, che erano state riferite al Trias (c). Vi predominano calc. giallo-scuri a requenie (Cenomaniano) che schiariscono fino a divenire bianchi, con radiolitidi, condrodonte, nerineae, acteonelle, alveoline ecc. (Turoniano). Precisamente questi ultimi costituiscono gli altopiani Sublacensi e presentano, per la loro purezza, il più sviluppato modellamento carsico. In trasgressione subparallela si appoggia la solita serie miocenica calcareo-arenacea. Strisce limitate di calcari mioc. medi sono addossate al bordo sudoccidentale Simbruino-Ernico, mentre alcune loro appendici si incontrano risalendo

le valli più ampie (Trevi, Arcinazzo Rom.); tra Subiaco e Bellegra, sommersi dalle potenti arenarie gialle, riaffiorano a costituire i M. Prenestini e Ruffi (v. pag. 14). Un complesso poi di marne calcaree e arenarie grige (Valle Roveto) costeggia i Simbruini a NE (d) per estendersi nel Carseolano dopo aver costituito i piani di Petrella Liri-Cappadocia. A occidente di questi ultimi raggiunge la sua maggiore estensione la facies breccioso-puddingoide poligenica del Sarmaziano. Le successioni stratigrafiche ed i loro rapporti con lo sviluppo della morfologia carsica sono sintetizzati nella seguente tabella :

Formazione	facies litologica	potenzam.	estensione	carsismo
TRIAS SUPERIORE	dolomia principale a megalodon	+1000	Filettino	—
GIURA-LIAS	potente serie dolomitico - calcarea		Nuclei di Filettino - V. Pietra e M. Monna	mediocre
INFRACRETACEO (?)	potente serie prevalentemente dolomitica	da 1000 a 1500	Blocco altip. Sublacense e rimanente catena principale	massimo
NEOCRETACEO	potente serie preval. calcarea - ippuritica			
MIOCENE	MEDIO calcarei organogeni bianchi	-300	In lembi sui calc. cretacei	notevole
	MEDIO e SUPER. calc. marnosi, arenarie, puddinghe		Sublacense e V. Roveto - Vallepietra	—
MIOC. SUPER. (SARMAZIANO)	breccie dell'alto Liri		Valle del Liri	—
PLEISTOCENE	breccie calcaree sospese. Detriti morenici	+50	a Colleparado, Filettino e Morino Valgranara, Z. Schioppo e M. Pozzotello	notevole

Il blocco Simbruino-Ernico, che tale può a ragione chiamarsi per la sua uniformità fisica e geologica, è un classico esempio di quel predominante stile tettonico fratturato a scaglioni caratteristico degli horst dell'Appennino centro-meridionale. Il gruppo è attraversato da sistemi di faglie longitudinali (più importanti) e trasversali (b) che presentano in alcune zone di NE sensibili sovrascorrimenti (pieghe-faglie) come lungo la destra della Valle Roveto e fratture fra Jenne e Cervara (faglia marginale occidentale). I membri della formazione miocenica invece, sono stati compressi tra i blocchi cretacei rigidi (fossa tettonica di V. Roveto), mentre hanno subito una fratturazione subparallela alla massa principale nel territorio sublacense.

Quale sia l'importanza delle faglie per l'impostazione dell'idrografia sotterranea di questa regione si vedrà in seguito.

Le zone di maggior sviluppo del carsismo coincidono con *superfici spianate* che si seguono a determinati livelli interrotte da profondi solchi vallivi trasversali (es. V. dell'Aniene, Simbrivio). Raccordando questi spianamenti con superfici ideali, si ottiene con maggior evidenza quella *disposizione gradinata* che già gli elementi fisiografici ed in parte tettonici avevano posto in luce. Fra gli esempi più caratteristici ricordiamo gli altop. Sublacensi (quota media 1400-1500 m.), il Campo Ceraso (m. 1400) e l'altop. di Faito (1470-1570 m.) nei Simbruini; gli altopiani di Carcateria (m. 950), Tesoro (m. 1100), i Colli (m. 860-1050) negli Ernici, altrettanti residui di un unico livello smembrato e inciso dall'erosione postpliocenica. Essi sarebbero quindi i testimoni d'una antica superficie pliocenica smembrata.

Il sistema di bacini chiusi tra Tagliacozzo e Cappadocia, molto simili a quelli Carseolani, si ricollega ad essi per mezzo di una zona a bacinetti, valloncelli e doline disposti lungo la dorsale di M. Bove. Costituiscono una grande area di assorbimento con disposizione generale NO-SE distinta in due porzioni situate a diversa altitudine e separate fra loro dalla catena M. Cesalarga (m. 1541) - M. Padiglione (m. 1623) - M. Camiciola (m. 1701). La prima è composta dai due bacini chiusi dei Prati di Roccacerro e dei Prati di Verrecchie, dei quali uno ospita un lago temporaneo (inverno-primavera) e smaltisce le acque attraverso molti piccoli inghiottitoi e doline larghe fino ad 8 m.; il secondo è diviso idrograficamente, in due parti, con gli inghiottitoi dell'Imele e dell'Ovido: l'altopiano di M. Valminiera vi è in parte compreso (fig. 6).

I due bacini, di forma grossolanamente rettangolare, si estendono per 9 Km. circa di lunghezza e per poco più di 2,5 in largh. ad un'alt. media di 950-1000 m. Sono in massima parte sviluppati nelle arenarie giallastre e nelle marne grigie mioc.: solo il margine nord-orientale è costituito dallo sbarramento del calcari mioc. della dorsale M. Arunzo-M. Valminiera il cui nucleo neocretaceo affiora lungo una striscia sul versante orientale. Come gli inghiottitoi Carseolani anche questi si internano per un primo tratto nei calcari miocenici per proseguire attraverso ai banchi cretacei. Parallelamente, dall'altro lato del M. Padiglione, si estende la serie di piani e bacini di Val Mandrone, Piano della Dogana, Valle S. Nicola, Valle di Camporotondo ecc. tra i 1200-1300 m., assai più allungati di quelli di Rocca-

cerro e Verrecchie; queste valli cieche si stendono per 15,5 Km., su una larghezza media di 2,5 Km., in parte nei calcari ippuritici, in

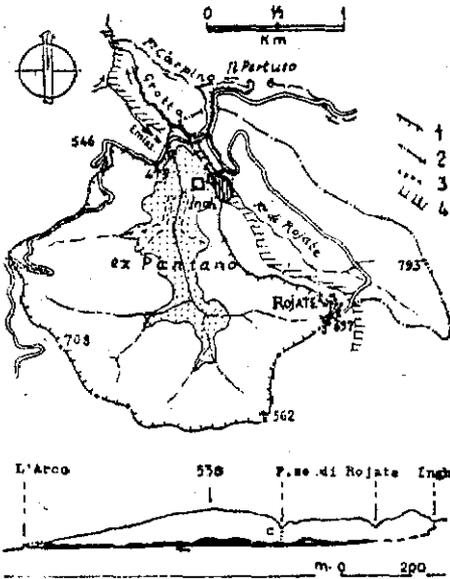


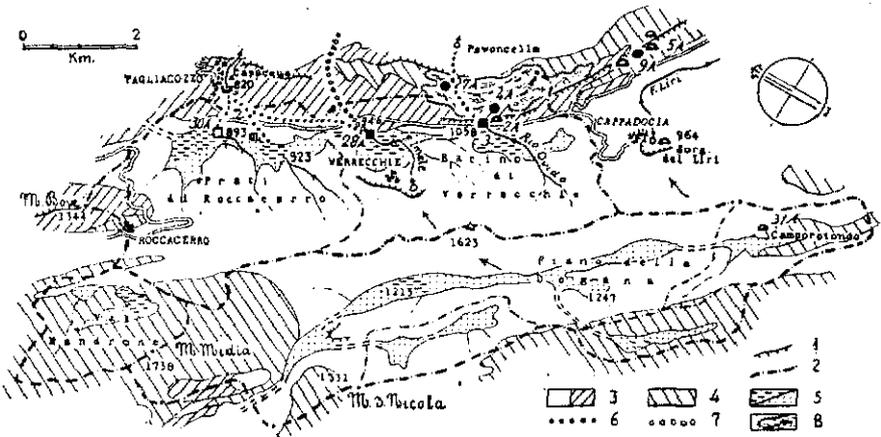
Fig. 5. — BACINO CHIUSO DI ROJATE.

1, Spartiacque del bacino di Rojate; 2, parte catturata dal fosso di Rojate; 3, tratto sotterraneo impene-trabile; 4, confine calc.-arenarie miocen.

Sotto: sezione attraverso all'emis-sario sotterraneo naturale.

Fig. 6. — BACINI CHIUSI FRA LE SORGENTI DEL SALTO (IMELE) E DEL LIRI.

1, Costiere calcareo; 2, spartiacque dei bacini; 3, calc. del Mioc. medio (tratteggiato); 4, calc. ippuritico; 5, superfici soggette a temporaneo allagamento e fondo dei bacini; 6, sistema sotterraneo dell'Imele; 7, canali sotterranei abbandonati; 8, altopiano carsico di M. Valminiera. (Gli altri segni come in fig. 7).



parte nelle breccie e conglomerati a cemento calcareo del mioc. sup. Le acque vi spariscono in inghiottitoi parzialmente mascherati dai detriti della facies brecciosa, meno atta dei calcari alla lunga conservazione di cavità; oppure scompaiono assorbite dalle capaci fendi-

ture dei calcari cretacei di M. Midia, M. S. Nicola e M. Rocca Morbano.

In base agli elementi geomorfologici direttamente rilevati (sebbene non siano state compiute esperienze alla fluoresceina) sembra accertato che le acque provenienti dal drenaggio dei bacini più elevati, raccoltesi in due principali sistemi sotterranei, seguano due direttrici che sboccano nelle copiose risorgenti di *Verrecchie* (Imele) e *Cappadocia* (Liri). Ciò lascia supporre che anche nella massa di M. Padiglione-M. Camiciola esistano cavità sotterranee dello stesso tipo di quelle dell'Imele (M. Valminiera) e dei M. Carseolani. A differenza di esse però, mentre ne sono conosciuti gli sbocchi (risorgenze Liri-Imele), ne restano incogniti o inaccessibili, per i motivi sopraccennati, gli ingressi a monte. Circa il *sistema sotterraneo del F. Imele*, certo imponente, ancora poco si può dire in base alle parziali esplorazioni compiute: esso ha inizio con l'inghiottitoio nel bacino di *Verrecchie* a 2800 m. dalla risorgenza di *Capacqua* (Tagliacozzo) e prosegue per sotterranei meandri, ricevendo due confluenti dai Prati di *Roccacerro*. Non potrebbe per altro escludersi la possibilità che anticamente l'Imele superiore (di *Verrecchie*) fosse stato indipendente dalle acque di *Capacqua* e che risorgesse presso S. Maria d'Oriente dove trovasi un'ampia dolina circolare a m. 749, sul versante opposto tra M. La Difesa e M. Forte. Successivamente catturato dal sistema Prati di *Roccacerro-Capacqua* avrebbe sviluppato la nuova via sotterranea seguendo la frattura di M. Arunzo-M. Valminiera (prolungamento superiore della gran faglia sinistra di Valle Roveto) costituendo la nota imponente grotta (v. n.° 3A). Le acque inghiottite dall'Ovido e quelle assorbite dal carsico M. Valminiera, dopo un percorso sotterraneo di circa 2 Km., tornano a giorno ad una risorgente a m. 870, in località Le Pavoncelle, presso S. Sebastiano.

Per tutto questo sistema di bacini chiusi possono stabilirsi schematicamente *quattro direttrici principali di drenaggio sotterraneo*, fra loro parallele, e concordanti con la direzione NE-SO del sistema diaclasico:

- 1) *Valle di Camporotondo* (grotta dei Frati) - *Sorgenti del Liri* (Km. 2.5).
- 2) *Piano della Dogana* - *Rio Ovido* (2,5 Km.): inghiottitoio dell'Ovido - *risorgenza delle Pavoncelle* (Km. 2).
- 3) *Piano della Dogana* - *Sorg. di Verrecchie* (Km. 2): inghiottitoio

dell'Imele - *dol. di S. Maria d'Oriente* (Km. 2.3); percorso antico (?).

- 4) *Prati di Roccacerro - Risorgente Capacqua* (Km. 4 circa di sviluppo sotterraneo complessivo).

28 A - INGHIOTTITOIO DELL'IMELE — *n. l'Ovido - Loc. Verrecchie - sit. a 400 m. dalla strada Tagliacozzo-Cappadocia, a NE di Verrecchie - F.º 145 - II (Avezzano) - qm. 946 esp. C.S.R. (tentativo: A. Datti, C. Franchetti, P. Pietromarchi, L. Tosti) 26/VII/1925 - bibl. (1a) (11)* (271) (285) (284).*

Le acque che sgorgano abbondanti dalle rocce a picco sotto M. Padiglione, dopo una cateratta proseguono per circa 1 Km. attraverso ai sottostanti Prati di Verrecchie (corso superiore dell'Imele); poi entrano in un grande inghiottitoio. Questa grotta a ingresso triangolare, con pozzi e voragini, costituisce il percorso sotterraneo del fiume che ricompare 196 m. più in basso, a 2750 m. di distanza in linea d'aria. L'alta volta a calotta si abbassa dopo pochi m., formando una galleria alta 3 m. e larga 2, nella quale il torrente scompare formando una cascata il cui impeto impedi di procedere ulteriormente.

La risorgenza dell'Imele (e) Capacqua, presso Tagliacozzo, si trova in una caverna alla base d'un dirupo perpendicolare. L'acqua sgorga da un sifone: una diga in muratura ne ha rialzato il livello formando un piccolo bacino.

3 A - VORAGINE DELL'OVIDO — *n. Perd'ell'Acqua; Ovido; Otro - Loc. Petrella Liri - sit. sotto l'altopiano carsico di M. Valminiera; poche decine di m. dalla strada Tagliacozzo-Petrella - F.º id. - qm. 1058 - pm. (?) - esp. C.S.R. tentativi (P. Pietromarchi, C. Franchetti, A. Datti, L. Tosti) 27/III/1924; 26/VII/1925; 4-5/1/1926; 20-21/IX/1926 - bibl. (1a) (11) (23)* (271) (285).*

Il rio dell'Ovido nasce sotto Colle Secco, non lungi da Verrecchie; traversato il piano alle falde del M. Padiglione, penetra in una galleria ingombra di blocchi che sbocca in una profonda voragine, 20 m. sotto l'ingresso: quest'ultima presenta proporzioni grandiose, larga una ventina di m. con pareti lisce e strapiombanti. Sul fondo giace un laghetto a destra del quale l'abisso prosegue formando un gran salto dove precipitano le acque del rio (quasi asciutto in agosto-settembre). Termina ad un'ampia sala quasi circolare, larga una quindicina di m.; a destra una galleria in ripida discesa conduce ad un profondo laghetto che la occupa interamente. A si-

nistra un grandioso cono detritico: di fronte, enormi massi lisci e strapiombanti. Più oltre, dopo splendide stalattiti a canne d'organo, una difficile voragine raggiunge altro lago ampio e profondo. Sebbene fosse stata notata la presenza di altri vastissimi ambienti, l'esplorazione non fu proseguita per le grandi difficoltà tecniche.

Tra i M. Arunzo e Forte a SE di Verrecchie, si stende per oltre 3 Km. un altopiano carsico a doline e valloidi tra m. 1100 e 1200. Ivi si trova la

27 A - VORAGINE DI MARIANNEGLI — *n.* Rott' e' Mariannègli - *Loc.* Petrella Liri - *sit.* a NO di M. Valminiara, perpendicolarmente all'Ovido - *F.° id.* - *qm.* 1200 - *pm.* (1) - *bibl.* (9).

4 A - POZZO CALLARARO (fig. 1) — *Loc.* Petrella Liri - *sit.* 100 m. dall'Ovido, sopra alla strada Tagliacozzo-Petrella; presso alla grotta di Verrecchie - *F.° id.* - *qm.* 1105 - *pm.* 27 - *Dm.* 22 NE - *dm.* 4,5 - *esp.* C.S.R., II/1925 - *ril.* C.S.R. - *bibl.* (9) (11).

Ha sezione trasversale allungata a forma di campana molto schiacciata; comunica per fenditure con la vicina grotta di Verrecchie. Presenta un ingresso principale di m. 5,5 quadrilatero, ed uno secondario B, piccolo, comunicante con la cavità per mezzo di un cunicolo di 5 m. ingombro di sassi. Due pareti opposte sono fortemente strapiombanti, delle quali una forma quasi volta; le altre due sono verticali. Sul fondo giacciono enormi massi, che fanno parte di un tratto della volta crollata. Due grandi spaccature a NE e SO, una ostruita da fango secco, l'altra impenetrabile, lasciano intuire un antico proseguimento; tra i massi del fondo trovasi una grotticella. È un bell'esempio di diaclasi in progressivo allargamento: la volta non è lontana dal crollare completamente come dimostrano il cunicolo e altre numerose fenditure.

2 A - GROTTA DI VERRECCHIE — *n.* grotta Beatrice Cenci - *Loc.* Verrecchie - *sit.* circa 100 m. a SE dell'Ovido, alla sommità di un canalone con sottostante brecciaio - *F.° id.* - *qm.* 1080 - *lm.* 250 ca. - *esp.* C.S.R., II/1926 - *bibl.* (1a) (23) (271) (285) (321).

Presenta ingresso triangolare alto, dal quale una galleria di ca. 25 m. scende ad una prima sala 6 m. più in basso, larga oltre 30 m.; fangosa, detta Grotta dell'Impiccato per una grande stalattite nera, presenta pozze d'acqua limpida a sinistra, e a destra alcuni grandi massi incrostati. Attraverso arcata di stalattiti comunica con un se-

condo vasto ambiente, 2 m. più basso del precedente, largo una cinquantina di metri e alto da 15 a 20. Dal suolo melmoso con sottostante crostone stalagmitico s'innalzano alcune colonne. Nella parte più depressa vi è un lago di circa 80 mq., più esteso d'inverno; da qui si prolungano alcune modeste diramazioni in cui trovansi sparsi ossami recenti parzialmente incrostati. Numerose colonie di chiroterri.

5 A - GROTTA COLA O DI PETRELLA — *n.* la Cola - *Loc.* Petrella Liri - *sit.* m. 300 a SO di M. Arunzo, a poco più di mezz'ora da Petrella - *F.º id.* - *qm.* 1200 - *lm.* 125 - *esp.* G. Nicolucci 1875; C.S.R. 26/VII/1925 - *bibl.* (28)* (155) (157) (285) (324).

Si è formata a spese di una delle fratture che in parte originarono l'approfondimento della valle fra M. Arunzo (m. 1456) e M. Camiciola (m. 1700). Le testate degli strati formano all'ingresso una tettoia a riparo. Due sono le aperture per cui si accede nell'interno: una alta m. 1,80 separata dall'altra di m. 2,5 da un pilastro largo m. 4,50. Una galleria in salita, lunga m. 60 e larga più di 20 m., conduce a destra in un corridoio largo m. 5 che va restringendosi e si rende impraticabile a 50 m. dall'inizio. Per i primi 15 m, mancano concrezioni, forse tolte ai primi dell'800 quando la grotta fu ridotta a nitriera, ma in seguito abbondano bellissime e varie. In molti luoghi il suolo è coperto di massi.

A sinistra della galleria principale, 20 m. dall'ingresso di questa grotta esiste una *voragine* (29 A), che sembra comunicarsi con un'altra chiamata CORCAMINO nei fianchi del M. Arunzo.

9 A - GROTTA DI PESCHIO ORLANDO O DI M. ARUNZO — *n.* grotta di M. Arunzo (?) - *Loc.* Petrella Liri - *sit.* 0,5 Km. a monte della grotta Cola - *F.º id.* - *qm.* 1100 ca. - *esp.* F. Blasetti, 1872; G. Nicolucci, 1875 - *bibl.* (155).

Più piccola della gr. Cola è costituita da un cunicolo in salita.

30 A - GROTTA NERA — *Loc.* Petrella Liri - *sit.* pendici di SO di M. Arunzo, prossima alla grotta Cola - *F.º id.* - *qm.* 1200 - *esp.* C.S.R. 1926.

Vicino alle sorgenti del Liri, che scaturiscono da fessure del calcare formando cascata, si interna una breve grotta scavata dal moto evorsivo delle acque.

31 A - GROTTA DEI FRATI — *Loc.* Valle di Camporotondo (Cappadocia) - *sit.* versante SO di M. Camiciola - *F.º* 151 - I (Divitellaroveto) - *qm.* 1350 - *esp.* C.S.R. 1926.

98 - POZZO DI ARSOLI — *n.* La Chiavica - *Loc.* Arsoli - *sit.* 500 m. dalla forra di Sottocastello, mezz'ora a E del paese - *F.°* 145 - III (Carsoli) - *qm.* 525 - *pm.* 95 - *esp.* F. Keller - *bibl.* (24) (257) (340).

Ampia dolina imbutiforme asciutta, accessibile con qualche difficoltà fino al fondo.

38 A - IL MÈRULO — *Loc.* Pereto (Carsoli) - *sit.* a sinistra della mulattiera Carsoli-Pereto, in località i Colli, Km. 2,5 a NO di Pereto - *F.°* id. - *qm.* 686 - *pm.* 20 - *Dm.* 150 NO - *dm.* 80 EO - *bibl.* (271) (285).

Profonda dolina nel calcare miocenico, ricordata da G. DEL RE (f) che lo paragona al Pulo di Molfetta (dolina puteiforme in terra di Bari); perimetro irregolarmente trapezoidale, arcuato verso valle; il punto più depresso è a m. 670. D'inverno vi si formava un laghetto. Attualmente è in massima parte colmata.

37 A - GROTTA PISCINARA — *Loc.* Camerata Vecchia - *sit.* Segnalata sulle pendici SO di M. Vallevona - *F.°* id.

328 - FOSSA DI 'AGOSTA — *n.* La Fossa - *Loc.* Agosta - *sit.* sotto al Piano delle Conche, a NE di Agosta - *F.°* 151 - IV (Subiaco) - *qm.* 600 (1) - *pm.* 40 - *Dm.* 120 - *bibl.* (24).

Dolina regolare, aperta a valle: il fondo a prato è largo 80 m.

99 - CATINO DI CERVARA — *n.* Il Catino - *Loc.* Cervara di Roma - *sit.* alla sommità di un piccolo colle - *F.°* id. - *pm.* 1000 ca. - *pm.* 25 - *Dm.* 60 - *dm.* 20 - *bibl.* (24) (361).

Nel Subiacense, alla base degli altopiani di M. Autore e sulla destra dell'Aniene, lungo il suo corso a forra (Gola di S. Mauro, prof. m. 70-80) esistono alcune grotte, fra cui quella non meglio identificata, detta dei Piattari, assai ampia e ornata di belle concrezioni sec. il SEGHETTI (374); un'altra detta di Morra Palina (327) (II, pag. 63); ed un inghiottitoio lungo il fosso di S. Giovanni.

21 L, - GROTTA DELL'INFERNIGLIO (fig. 1) — *Loc.* Jenna (Subiaco) - *sit.* a Km. 7 da Subiaco, alta valle dell'Aniene, sotto a M. Porcaro - *F.°* id. - *pm.* 485 - *lm.* 380 - *Lm.* 310 - *pm.* 8 - *esp. ril.* C.S.R., 9/IV/1926 (Franchetti, Dusmet, Tosti) - *bibl.* (11)* (24) (106) (202) (241a) (241b) (270) (327) (328).

È citata la prima volta dal GORI (op. cit., II - p. 76), che ricorda una leggenda (241 b). L'ingresso largo e basso, fra rocce ombrose, è a pochi minuti dalla strada, asciutto perchè l'acqua proveniente dalla grotta risorge più in basso.

Tipica grotta di risorgenza, galleria ampia, costantemente diretta a NE. Dopo una discesa di 15 m. si perviene ad un primo lago di 25 m. nel quale s'immergono le pareti della sala alta una ventina di m. L'acqua ha colore azzurro cupo e si traversa a sinistra. Una bella gradinata di vaschette B, la cui profondità aumenta verso l'alto, conduce ad un luogo dal quale si staccano alcune strette diramazioni. Superiormente alle vaschette, gruppi di magnifiche stafagmiti con al centro una vasca profonda. Segue una galleria abbastanza ampia con vaschette ed un II° lago lungo ca. 30 m. : sulla sinistra depositi di fango solidificato. Dopo altri 50 m. è un ultimo lago, allungato secondo l'asse della grotta per m. 115 ed assai largo, in alcuni punti abbastanza profondo. All'estremità, nell'ultimo luogo accessibile appare a sinistra, sott'acqua, l'orifizio di un sifone S. All'interno alcune singolari concrezioni sabbiose.

Vi furono raccolti due coleotteri cavernicoli nuovi, l'*Anophtalmus Datti* (Luig.) e il *Duvalius Franchetti* (Luig.) (201) (202).

A N di Jenne, sotto M. Pratiglio, sull'altopiano carsico Campo di Grano, oltre a numerosissime doline, ne esiste una più profonda con una grotta, detta POZZO DELLA NEVE.

100 - GROTTA DEL PERTUSO — *Loc.* Trevi nel Lazio - *sit.* presso l'Aniene a 3 Km. da Trevi, sotto alla strada per Filettino - *F.°* 151 - I (Civitellarovento) - *qm.* 699 - *bibl.* (106) (284) (327) (361).

Importante sorgente in una grotta delle dolomie. Fino a metà dello scorso secolo si formava innanzi un laghetto (PALMIERI op. cit., vol. II); il luogo ancora oggi chiamasi *Pantano*.

101 - VORAGINE DELLA SERRA — *Loc.* Vallepietra - *sit.* 350 m. circa a NO del M. La Serra (m. 1440) - *F.°* id. - *qm.* 1370 ca. - *bibl.* (261).

Voragine ampia e profonda, in un lembo di breccia calcarea del quaternario antico.

102 - VORAGINE DI M. TARINELLO — *Loc.* Vallepietra - *sit.* Km. 1,7 a NO dalla vetta di M. Tarino (m. 1959) - *F.°* id. - *qm.* 1730 ca. - *bibl.* (261).

Minore della precedente; nel calcare ippuritico supracretaceo.

103 - GROTTA DELLA NEVE — *Loc.* Filettino - *sit.* 500 m. a sinistra di Val Granara, sulle pendici di M. Piano (Viglio), 3 Km. a NE di Filettino - *F.°* id. - *qm.* 1550 - *bibl.* (261).

Modesta grotta, in forte discesa; vi si accumula neve abbondante che si conserva in parte anche l'estate.

Il MAROCCO (op. cit., X, p. 60-61) ricorda la GROTTA DEI SALTARI prossima a Filettino.

39 A - GROTTA DI ZOMPO SCHIOPPO — *Loc.* Morino (Civitellaroveto) - *sit.* sulle pendici E di M. Crepacuore, a Km. 3 ca. dalla vetta - *P.º* id. - *qm.* 1060 - *bibl.* (b) (271).

La parete ripidissima alla testata della valle di fosso Schioppo, alta poco diù di 100 m., presenta un gruppo di sorgenti carsiche (*Cascate di Romito*); la più importante sgorga da una grande grotta situata nella parte più alta: le acque precipitano con salto di 30 m. detto Zompo Lo Schioppo. L'impeto è tale che si può passare tra queste e la roccia senza bagnarsi. Eccezionalmente, alla fine delle estati più aride è asciutta. Il gruppo di sorgenti si trova poco sotto al contatto dei calcari neocretacei di M. Pozzotello (m. 1987) con un lembo sospeso pianeggiante di breccia calcarea pleistocenica (b) (c) con ca. 40 m. di spessore. Alla base del dirupo passa la gran faglia destra di Valle Roveto; le acque anticamente scorrevano per Valle Selvastrella e Val Feminamorta, poi iniziarono la migrazione sotterranea contemporaneamente o poco dopo la formazione delle breccie, contribuendo da un lato alla loro cementazione e dall'altro alla loro erosione. Continuò quindi l'autosotterramento nei sottostanti calcari, favorito dalla forte fratturazione, conseguenza della compressione provocata dai movimenti culminati con la faglia antistante. La disposizione sospesa degli sbocchi indica come la migrazione tenda a procedere diagonalmente da N a S. La portata cospicua (complessivamente tra 1800 e 4300 l./sec.), esempio unico nella regione, rappresenta il drenaggio di un vasto bacino di alimento, esteso fino alla conca di Campocatino (fondo a m. 1767, profund. m. 80) collettore di nevi abbondanti.

L'ampio valloide-piano d'Arcinazzo ed il bacino chiuso di Canterno (fig. 7), il maggiore del Lazio, formano il più notevole sistema carsico degli Ernici.

Il PIANO D'ARCINAZZO (25) (185) (189) (311) si stende per Km. 8,2 NO-SE a quota media di 850 m., lievemente ondulato da dossi calcarei e, nella zona più bassa, da alcune depressioni ramificate nelle quali doline e bacinetti si adunano fittissimi in gruppi o a serie. Di esse più cospicua è

104 - LA BUCA — n. Pozzo d'Arcinazzo - Loc. Piano d'Arcinazzo - srt. m. 700 a SE del bivio per Vallepiera - F.º 151 - IV (Subiaco) - gm. 826 - pm. 20 - Dm. = dm. 65 - bibl. (25) (189) (270) (345) (361).

Caratteristico volùbro, con laghetto circolare.

Non mancano cavità allungate per fusione di più doline ed anche estese depressioni, forme più senili di eguale origine. I fossi e valloncetti provenienti dai rilievi maggiori di M. Altuino e M. Scalambra terminano sovente con una dolina funzionante da inghiottitoio come quella imbutiforme presso FONTE OPIETA (311). Frequentissime poi le fenditure carsiche e diaclasi beanti, quasi sempre impenetrabili, che rendono la plaga estremamente idrovora.

Il BACINO DI CANTERNO misura Km. 12,2 di lunghezza e 69,20 Kmq. di superficie; comprende una zona più elevata a N e NE quasi tutta nei calcari neocretacei, ed una parte più bassa, *Conca Anticolana*, divisa in aree una volta soggette ad allagamenti temporanei, dai modesti rilievi calcarei cretacei e miocenici di M. Corniano, M. Vasciano, Colle Jove, ecc. Sono compresi nel perimetro di Canterno i piccoli bacini di Tefuci e Cerano con laghetti carsici; il piano dei Prati di S. Biagio ed il Prato Lungo. Assai frequenti doline e volùbri: superfici fortemente carsificate a lapiez si estendono sui fianchi di M. Arciano a N di Fiuggi. I piani e le depressioni sono tutte coperte da uno strato abbastanza potente di tufi leucitici più o meno alterati e sovente argillosi che impermeabilizzano il fondo con la conseguente formazione di bacinetti lacustri e pantani (L. Lattanzi, L. Spalacato, il Lago) dove gli inghiottitoi mancano o sono facilmente intasati.

La zona più bassa è occupata dal LAGO DI CANTERNO, il maggiore lago carsico dell'Italia centrale; presenta molte analogie con quello celebre di Cirknitz in Carniola e parimenti soggetto a temporanei prosciugamenti, sebbene ad intervalli lunghi spesso qualche decennio. Ai primi dell'800 al posto dell'attuale lago esisteva una pianura coltivata, traversata da una fossa profonda che metteva capo ad un inghiottitoio detto il Pertuso (quota 515). Più a settentrione a sinistra del M. Corniano, i due fossi del Diluvio e delle Cese confluivano ad altra voragine (quota 531) detta Bocca di Muro o Sgolfo. Così stavano le cose fino al 1821 allorchè la Bocca di Muro cominciò ad essere ostruita da materiali fluitati fino a cessare la propria funzione qualche anno dopo. Le acque dei fossi Cese e Diluvio si incanalarono allora per la fossa del Pertuso. Questo cominciò ad ostruirsi per i materiali convogliati dal crescente afflusso, onde ebbe

origine una raccolta di acque nella parte più bassa della conca, inizio dell'attuale lago. Per quanto artificialmente abbiano tentato di liberare il Pertuso, sempre rapidamente si riempiva in modo da impedire il drenaggio delle acque, le quali, raggiunto un determinato livello, esercitavano pressione sufficiente a sfondare l'ostacolo. Funzionando il Pertuso per qualche tempo, il livello decresceva rapidamente, fino (raramente) a scomparire del tutto. L'inghiottitoio funzionava un poco anche quando era ostruito, perchè il DE AGOSTINI (94) riferisce che scandagliando in sua corrispondenza, percepiva una forte corrente discendente. Anche dopo le sparizioni, le acque ricomparivano già popolate di pesci adulti (tinche) che trovavano ambiente adatto alla loro esistenza, durante i tempi di magra o di secca in cavità sotterranee connesse con l'emissario. Le scomparse del lago sono state circa 12 dalla sua origine ad oggi, delle quali le più recenti nel 1892, 1913, 1918 e 1923 (20) (94) (112) (115).

Attualmente il lago è stato sistemato per alimentare una centrale elettrica della S.R.E. : durante lo scavo della galleria sotto al M. Maino (lunga 2 Km.), per convogliare le acque sul fianco esterno dell'altopiano delle Carceri (dove ha inizio la condotta forzata, con salto di m. 300), è stata incontrata una grande voragine a fenditura percorsa da forte corrente d'aria fredda; essa è rimasta beante malgrado l'ingente quantità di materiali scaricati per chiuderla. Verosimilmente rappresenta un'appendice del complesso sistema di sotterranei del vecchio scarico naturale del lago.

La più antica rappresentazione della idrografia del bacino di Canterno è offerta dalla carta del MATTEI del 1674 (256), copiata dal ROSSI-AMETI (259) (fig. 7). In essa si trovano indicati due laghetti oggi scomparsi. Quello più orientale giaceva sotto Trivigliano; quello a occidente corrispondeva al lago Spalacato prosciugatosi verso il 1900, anticamente detto Übero (= volübro) dello Spargato (377) a S di Fiuggi. Le acque del L. Spalacato erano inghiottite dalla *Bocca di Muro*, rappresentata correttamente, ma senza nome, mentre le acque dal laghetto di Trivigliano raggiungevano il *Pertuso*, indicato come *Fons Absorptus*. La indicazione di confluenza in un unico corso d'acqua prima dei rispettivi inghiottitoi deve interpretarsi come un modo schematico di rappresentare i numerosi pantani e laghetti che si estendevano in quel tratto dalla mutevole idrografia.

Secondo la medesima carta, a SE dell'ampia distesa di sedimenti a facies tartaroso-lacustre di Tufano, esisteva un'ampio lago, lungo circa 2 Km., forse già allora più pantano che lago, detto *Lago Tofano*.

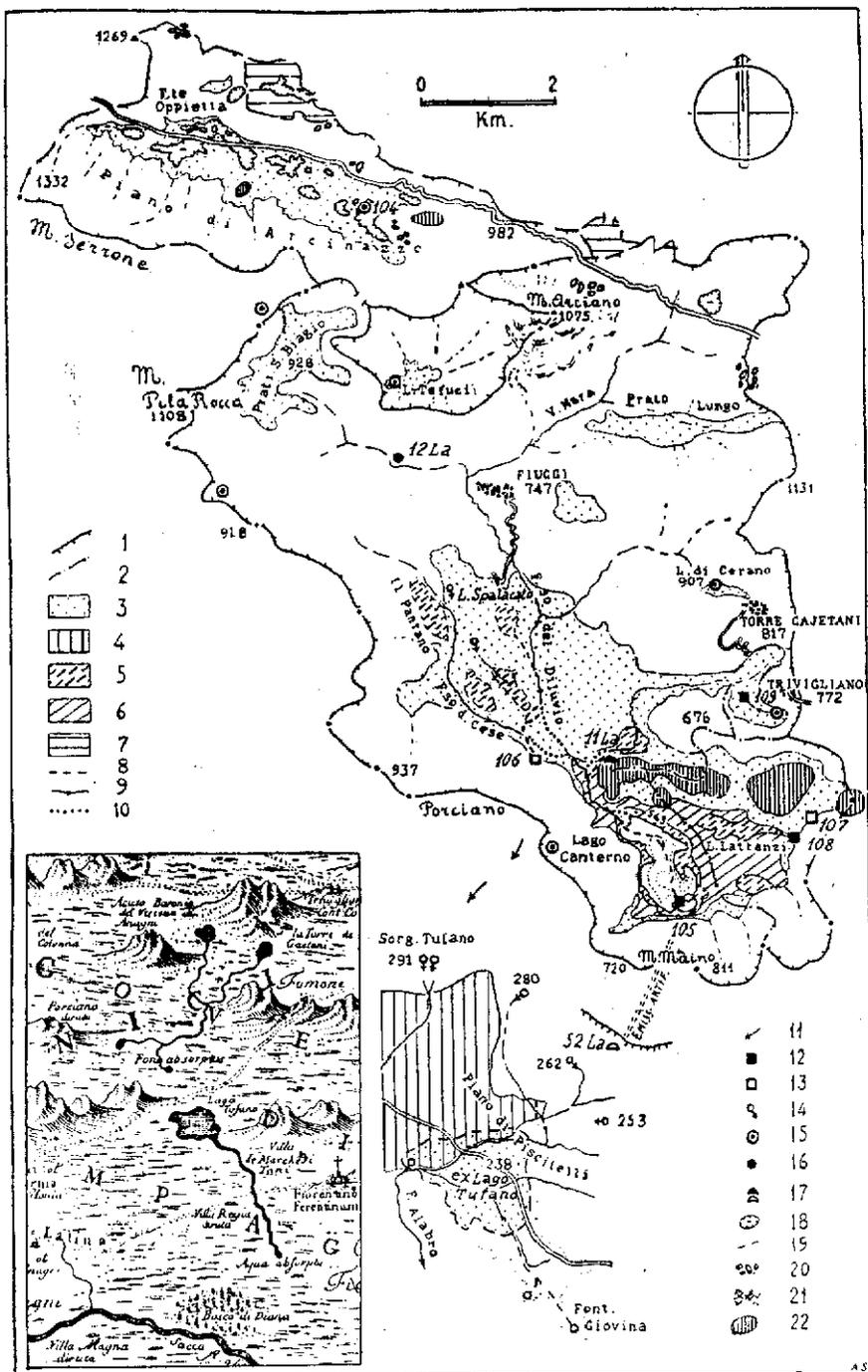


Fig. 7. — SISTEMA DEI BACINI CHIUSI ANTICOLANI (ERNICCI).

In basso a sinistra: prima rappresentazione cartografica della regione di Canterno nel ser. XVII (carte del Martini e Rossi-Amati).

1, Perimetro dei bacini imbriferi; 2, bacini idrografici parziali; 3, fondo alluvionale delle conche e piani carsici; 4, depositi tartarosi a facies limnica, di Tufano; 5, superfici soggette altamente ad allagamento temporaneo ovvero lo furono fino al sec. XIX; 6, area delle massime escrescenze raggiunte dal lago di Canterno; 7, parti calturate dei bacini; 8, alvei abbandonati in epoca storica; 9, alvei antichi tuttora funzionanti; 10, alvei nuovi (posteriori alla formaz. del lago, calture recenti); 11, direzione dei deflussi sotterranei; 12, inghiottitoi attivi; 13, inghiottitoi antichi ostruiti o inattivi; 14, sorgenti e risorgenti; 15, volubri, laghetti carsici minori; 16, voragini, pozzi carsici; 17, grotte attive; gr. asciutte; 18, uvala e depressioni carsiche; 19, valli aride; 20, doline; 21, lapiez, campi carsici eminentemente idrovori; 22, burri.

Questo si estendeva press'a poco nel luogo oggi denominato *Piano di Piscitelli*, lungo la via che da Anagni mena a Ferentino; le sue acque andavano ad un inghiottitoio (= *Aqua Absorpta*) oggi scomparso per riempimento, presumibilmente nei paraggi di *Fontana Giovina* a O di Ferentino. In tempi remoti il lago dovette essere molto più esteso come mostra l'accennata formazione travertinoso; attualmente due fossi provenienti dal Piano di Piscitelli, e da Fontana Giovina confluiscono a formare il *Fosso Alabro* presso la Fontana delle Monache, estremità occidentale dell'antico lago.

La carta del MATTEI, i cui elementi non possono essere messi in dubbio poichè mostra una profonda conoscenza della regione da parte dell'A., è un'altra eloquente testimonianza del rapido sopravvenire di cambiamenti nell'idrografia carsica, e dell'effimera vita dei bacini lacustri nell'Appennino calcareo.

105 - INGHIOTTITOIO DEL LAGO DI CANTERNO — *n.* Il Pertuso - *Loc.* Lago di Canterno - *alt.* 300 m. a N del piede di M. Maino - *F.°* 151 - II (Alatri) - *qm.* 515 (la massima profondità del lago in sua corrispondenza è di m. 23) - *bibl.* (20) (94) (112) (115).

Fu penetrato, per corto tratto dal CREMA nel 1918, anno in cui l'alveo del lago era asciutto (20). Aveva la forma di un grande imbuto dissimetrico, allungato sotto al M. Corniano, col vertice a poca distanza dalle falde del M. Maino. Il pendio lieve, nella depressione si trasformava in solco profondo fra alte pareti di calcare miocenico, accessibile solo da N. All'estremità occidentale del solco s'apriva il Pertuso con ingresso a forma di porta, alta m. 250 larga 1,50. Introduce in un corridoio di forma analoga, in direzione EO e dopo breve pendenza sbucava presso la volta di piccola grotta, parzialmente interrata. Il lago si riduceva a ruscello che attraversava la grotta e spariva all'interno con cascata di discreta altezza.

Prosciugato il lago durante i recenti lavori, l'inghiottitoio è apparso come un imbuto regolare, largo un centinaio di m. In questa zona più depressa i sedimenti hanno rialzato il fondo lacustre di alcuni m.

106 - BOCCA DI MURO — *n.* Sgolfo; grotta dei Canonici - *Loc.* Madonna della Stella - *alt.* a 350 m. NO d. mad. d. Stella, sotto Porciano Vecchio - *F.°* id. - *qm.* 531 - *bibl.* (20).

Serviva una volta allo smaltimento delle acque dei fossi Le Cese e del Diluvio; è nascosta da folta vegetazione: attualmente inattiva e colma di fango.

107 - BOCCA DEL POZZIGLIO — *n.* Pozziglio (= piccolo pozzo) - *Loc.* Trivigliano - *sit.* al piede di un anfratto alle falde N di Colle Barazzo - *f.º* 151 - II - *qm.* 549 - *bibl.* (20).

È uno degli inghiottitoi della Piana del Pantano, fra M. Vasciano e M. Jazzo dove erano i due laghi Lattanzi; smaltisce rapidamente grandi quantità d'acqua.

108 - BOCCA DELLA PARATA — *Loc.* Trivigliano - *sit.* a m. 300 dalla precedente - *f.º* id. - *qm.* 548 - *bibl.* (20).

Al piede di una parete verticale, ingombra di detriti; l'acqua perdendosi lentamente forma quasi sempre un laghetto.

Questa, con la precedente voragine, smaltiscono le acque di un bacino d'impluvio di Km² 11,5. Hanno quindi un potere di assorbimento notevole, indizio di capaci cavità sotterranee.

109 - BOCCA DEI PIETRONI — *n.* Petùni - *Loc.* Trivigliano - *sit.* m. 250 a E. dai C.^{li} Lattanzi - *f.º* id. - *qm.* 618 - *bibl.* (20).

Voragine con apertura irregolare, di difficile accesso contornata da folti cespugli. Inghiotte le acque di un bacino d'impluvio di Km² 2,8 compreso fra il Colle di Trivigliano, C. Lattanzi e C. Franchi. Dopo forti piogge, sia per parziale ostruzione o per insufficienza di capacità, origina un laghetto che dura qualche ora.

11 La - GROTTA DI CORNIANO — *Loc.* M. Corniano, di fronte alla Mad. della Stella (a E) - *f.º* id. - *qm.* 570 - *lm.* 78 - *esp.* C. Crema, 1920; C.S.R. (C. Franchetti, F. Botti) 1924 - *rel.* Crema - *bibl.* (9) (20)*.

Di modeste dimensioni, in lievissimo pendio verso l'interno. Composta di tre ambienti principali e di alcuni cunicoli: la largh. maggiore è di m. 8; la volta raggiunge la massima alt. di m. 11 nella prima sala. Si penetra in un corridoio dopo un salto di 2 m. che conduce ad una sala semicircolare a volta ogivale. Proseguendo per galleria bassa in direzione SE, divisa in due rami, si perviene a destra ad un'ampia sala lunga più di 25 m. divisa in due da un diaframma che quasi tocca il suolo: verso NO si dipartono tre cunicoli. La grotta doveva proseguire in passato parecchio all'interno perchè funzionava da inghiottitoio di un fosso oggi affluente del f. del Diluvio; successivamente fu colmata da alluvioni fangose che l'hanno resa attualmente quasi impenetrabile. Segue l'andamento della stratificazione del calcare miocenico: il fondo è quasi dappertutto coperto da considerevole spessore di melma che le acque

vi lasciano quando riempiono la grotta. Sulle pareti striscie di terra disposte orizzontalmente a m. 2,20 dal suolo indicano i massimi livelli raggiunti. La grotta è asciutta solo dopo siccità prolungate; poco accessibile per la mollezza del fango, sul quale conviene procedere su assi spostate innanzi ad ogni passo. Le stalattiti sono abbondanti solo nella grande sala, associate in grandi cortine sulle pareti e sul diaframma centrale.

A causa del recente innalzamento artificiale della superficie del lago di Canterno, e di conseguenza del livello di base dell'intera Conca Anticolana, la grotta appare oggidi quasi totalmente colmata da melma.

12 La - POZZO FRACIDALE — *n.* Fracidale - *Loc.* Fiuggi - *sit.* a sinistra del Fosso del Pozzo, 1000 m. a NO del convento dei Cappuccini 1/2 h. da Fiuggi - *F.º* id. - *qm.* 750 - *pm.* 28 - *esp.* C.S.R., 12/XII/1924 - *bibl.* (9) (20) (270).

L'ingresso è in leggero declivio, piccolo (m. 2 × 3) ed insidioso, ellittico; dà adito ad un'ampia cavità campaniforme con pareti fortemente strapiombanti, di pianta circolare, larga m. 12 col fondo destritico e permeabilissimo: non vi sono diramazioni.

52 La - GROTTA DI S. OLIVA — *Loc.* Ferentino - *sit.* a SO nei dirupi sottostanti all'altopiano « Le Carceri », a 3 Km. da Ferentino - *F.º* id. - *qm.* 500 - *lm.* 10 - *esp.* C.S.R. e C. Crema, 1920 - *bibl.* (9) (20).

Piccolo corridoio a gomito in leggera salita che si restringe e abbassa rapidamente terminando in una saletta circolare a volta ogivale. È una grotta d'interstrato asciutta: l'ingresso è alto poco più di 1 m. e largo 4.

110 - VORAGINE DI M. TRAVO — *Loc.* Morolo staz. - *sit.* nel bosco presso alla sommità (m. 325) di M. Travo, colle delle ultime propaggini calcaree Erniche che avanzano da Ferentino alla V. del Sacco, 500 m. a NO di Casale Cianna, presso la ferrovia Roma-Cassino - *F.º* 150 - I NO (Supino) - *qm.* 280 - *lm.* 30 - *pm.* 82 - *pr.* 82 - *esp.* C.S.R., 1927.

111 - POZZO DI M. RADICINO — *Loc.* Ferentino - *sit.* vetta di M. Radicino - *F.º* 151 - II (Alatri) - *qm.* 517.

112 - GROTTA DI TICCHIENA — *Loc.* Ferentino - *sit.* sul piccolo colle a O del convento di Ticchiena - *F.º* id. - *qm.* 280.

13 La « GROTTA DI S. LUCA (fig. 1) — *Loc.* Guarcino - *sit.* Km. 1 a NE di Guarcino, m. 200 dai ruderi del convento di S. Luca, nella valle del F. Cosa - *F.º* id. - *qm.* 750 - *lm.* 205 - *lm.* 125 - *pm.* 49 - *esp.* F.

Gori 1850 (4); O. Crema; C.S.R. 5/IV/1928 - *rel.* C.S.R. (F. Botti, C. Franchetti, A. Datti) 1928 - *bibl.* (11) (20) (327) (328).

A mezza costa sotto la strada è una piccola apertura celata da folta vegetazione, ingresso ostruito da una pietra che lascia stretto passaggio con gradino interno. Il sotterraneo, largo 9 m. si restringe in lunga galleria, larga in media 5-6 m., a sezione trasversale grossolanamente ellittica, d'altezza costantemente inferiore ai 2 m. Segue l'immersione degli strati incl. 30° come l'asse della grotta, la quale, per la costante sezione più larga che alta, è tipicamente di interstrato. È scavata presso al contatto fra i calcari supracretacei e la formazione calcareo-dolomitica del giura-lias, più nei primi che nella seconda. Ogni tanto qualche tozza colonna stalagmitica unisce il suolo alla volta: diverse strettoie e piccoli salti o brusche discese interrompono il profilo; termina con saletta alla quale si accede da un passaggio strettissimo con belle concrezioni e un sifone ostruito da alluvioni. La gr. ha suolo costantemente liscio, coperto da crostine calcareo; mancano acque correnti tranne un discreto stillicidio in aumento dopo le piogge. Questo sotterraneo rappresenta il residuo di un antico percorso del torr. Cosa; sembra improbabile un proseguimento essendo da tempo cessata la funzione di inghiottitoio e la grotta in via di avanzato riempimento. Temper. (5-IV-1928): interno C° 13; esterno 22°.

Più innanzi, sotto l'Eremo di S. Agnello altra piccola grotta (275) a quota 930.

53 La - GROTTA MALIGNA — *Loc.* Guarcino - *sit.* pendici merid. del M. Monna Bianca (m. 1443) presso il fosso Trovalle - *F.° id.* - *qm.* 1050 - *bibl.* (20) (327) (328).

L'ingresso è parzialmente franato; il tratto libero trovasi sovente ostruito da materiali fluitati. Ha l'aspetto di larga fenditura orizzontale fra le testate degli strati neocretacei. La parte visibile della volta è formata dalla faccia inferiore di uno strato con piccole stalattiti (20): sembra avere notevoli dimensioni e forse ad essa si riferisce il GORI quando (op. cit., II, pag. 87) ricorda la grotta della Foce, nella quale si penetra « per 1/4 di miglio... nell'acqua fredda » (g).

113 - FOSSA USATA — *Loc.* Guarcino - *sit.* Km. 1 a O di Guarcino - *F.° id.* - *qm.* 776 - *pm.* circa 10 m. - *Dm=dm.* 125 ca.

Dolina sensibilmente circolare, alla sommità d'un colle allungato.

27 La - GROTTA DI CAMPOCATINO — *Loc.* Guarcino - *sit.* tra M. Vermicano e M. Agnello - *F.° id.* - *qm.* 1830 - *lm.* 8 - *esp.* C.S.R., 13/V/1928 *bibl.* (11).

Di scarso interesse; è la più alta del Lazio.

CAMPOCATINO è una conca carsica chiusa da tutti i lati, asciutta; alla base dei monti che ne costituiscono il margine (Punta della Valle 1778 - M. Vermicano m. 1937 - M. Agnello m. 1830 - M. Crepacuore m. 1975) scaturiscono numerose sorgenti tra 1100 ed 700 m., alimentate dalla fusione delle nevi che persistono abbondanti da novembre a giugno.

23 La - Pozzo SANTULLO (fig. 12; tav. IV - 1 e 2) — n. d'Antullo o di S. Tullio; d'Antrollo o Jantullo - Loc. (Colleparco (h) - sit. m. 1000 a N. del paese al piede di M. Monna - F.º id. - *qm.* 671 (marg. sup.), an. 660 (marg. inf.) - *pm.* 80 - *p. min.* 30 - *Dm.* 155 al fondo; 140 sopra - *dm.* 85 (sopra) - *esp.* P. Spadoni 1900; C.S.R. 1928 - *ril.* C.S.R. 1928 - *bibl.* (11) (31) (35) (38) (221)* (227) (239)* (244)* (261)* (270) (278) (284) (296) (306) (322) (327) (328) (345) (361) (375) (378) (385).

Si è formato per lo sprofondamento della volta di un'ampia caverna scavata tra i calcari compatti del cretaceo ed un bancone di breccia calcarea fortemente cementata, pleistocenica: l'antica volta ha formato un gran cono detritico appiattito, il cui punto più elevato s'addossa alla parete settentrionale dove forse si distaccarono gli ultimi frammenti rocciosi. Gli strati, osservati dal fondo della cavità, sono sovrapposti in guisa che le testate formano tante cornici e sporgenze somiglianti ad una gradinata inversa (massimo strapiombo 15 m.). Il pozzo Santullo rappresenta certo uno dei più grandi e classici esempi di dolina puteiforme per crollo superando nelle dimensioni il celebre « Gouffre de Padirac » (Lot, Francia) largo da 30 a 60 m., esplorato e descritto dal Martel (i). Lungo la metà inferiore delle pareti, pendono numerose le stalattiti dell'antica grotta; verso il fondo si notano singolari stalattiti disposte orizzontalmente le quali giacciono in questa posizione anomala probabilmente per gli spostamenti subiti dalle rocce cui aderivano, in conseguenza del crollo. Alcune però, su rocce sicuramente in posto, farebbero pensare all'esistenza antica di correnti d'aria circolari lungo il fondo del cavo. Il perimetro, quadrilatero-trapezoidale, si sviluppa superiormente per 370 m. e al fondo per 430. I valori medi forniti dagli Aa. precedenti erano compresi fra m. 1050 (GREGOROVIVUS) e m. 80 (MARTEL). Il diam. medio è rispettivamente di m. 96 superiormente e 110 al fondo con sezione a tronco di cono.

Nella prima metà del sec. scorso, riferiscono il MAROCCO (345) e il PALMIERI (361), vegetava in fondo una fitta foresta di alberi alti 19-20 m. popolata da abbondante avifauna. La vegetazione arborea

oggi più rada, è limitata ad alcuni punti (vi spicca un grande noce, tra sambuchi, felci e ortiche). Il fondo è adibito a pascolo: vi calano le pecore con una fune, lasciandovele incustodite per tutta la buona stagione.

22 - La - GROTTA DI COLLEPARDO (fig. 12) — n. grotta dei Bambocci; grotta Regina Margherita - *Loc.* Colleparado - *sit.* 150 m. a S, sotto al paese, parete destra di Valle del Fiume - *F.º* id. - *qm.* 502 - *lm.* 180 - *Lm.* 135 - *pm.* 27 - *esp.* P. Spadoni 1800; G. Marocco 1825; Santucci-Rossini 1843; F. Gori 1854; F. Gregorovius 1855; E.A. Martel 20/IV/1903; C.S.R. V/1928 - *rit.* Santucci-Rossini 1843; C.S.R., V/1928 - *bibl.* (11) (31)* (35)* (38) (223)* (227) (239)* (244)* (264)* (270) (278) (284) (296) (306) (327) (328) (337) (345)* (357) (360) (361) (364) (378) (390).

S'interna nel fianco dirupato di un bellissimo canyon originato dall'erosione del sottostante torrente, le cui pareti in qualche punto raggiungono altezze di oltre 100 m. innanzi ad un singolare torrione calcareo detto rupe del Marginato; l'alt. max. d. volta è di m. 24; priva di acque correnti, si notano solo stillicidi. È la più celebrata caverna del Lazio: con il vicino pozzo Santullo fu tra le prime ad essere meta di naturalisti. Senza dubbio era anticamente più estesa: l'erosione del torrente ne ha messo a giorno la parte attualmente accessibile; le concrezioni che si osservano sin presso all'entrata, guastate per la vicinanza dell'ambiente esterno non si sarebbero potute originare in condizioni simili alle presenti. Doveva rappresentare una cospicua risorgenza forse di acque provenienti dai piccoli ghiacciai e nevai würmiani del M. Monna e del M. Fanfilli (m. 1952) poco distanti; la frattura nella cui parte estrema s'interna la grotta, costituiva allora il collettore sotterraneo di massima parte delle acque del versante SE del M. Monna. Cessata questa funzione per le mutate condizioni climatiche e quindi idrologiche, ebbe inizio la fase di riempimento, oggi notevolmente progredita. Internamente invece, una cortina stalagmitica impedisce ogni ulteriore progresso in altre eventuali cavità; nella parte centrale sono bellissimi gruppi di colonne stalagm. annerite però dal fumo delle torce. Il fondo è ricoperto da una coltre di sedimenti nella quale furono eseguiti sporadici scavi d'assaggio; dalla superficie si ha la seguente successione:

a) massi crollati dalla volta, sparsi disordinatamente; alcuni di notevoli dimensioni.

b) strato di vario spessore, (minimo 30 cm.) di detrito cal-

careo a spigoli acuti; pietrisco misto con terra, guano e ossa recentissime.

c) crostone stalagmitico (cm. 45-50 o meno) variabile secondo i luoghi, durissimo.

d) a questo succede per m. 0,5 crica, fango argilloso ocraceo, in alcuni punti nerastro, con detriti calcarei.

e) secondo crostone stalagmitico al quale si fermò lo scavo. Il PONZI (38) (364) ricorda un livello sottostante con breccia ossifera costituita da un « travertino terroso, litoide e compatto, di colore rosastro, con racchiuse ossa di mammiferi intiere e bianche, di ruminanti e forse di cervo ».

Temperature (I-IV-1938): esterno 14° C; nel mezzo della grotta 12° C; acqua 11° C; a 20 cm. di profondità nel suolo in E, 7° C; suolo a 40 cm. di profondità presso l'ingresso 8° C. *Flora*: nella zona illuminata (pregrotta) asplenium, epatiche, muschi, nostocacee, ecc. *Fauna*: quantità di chiroterri, particolarmente nel piccolo ambiente di destra; heliciidi, pupe, clausilie.

114 - FOSSA DELLA VOLPE — *Loc.* Colleparado - *sit.* 1 Km. NO da M. Capezzò, presso il Molino delle Monache - *F.º* id. - *qm.* 595 (margine super.) - *pm.* 25 - *Dm.* 250 NS - *dm.* 50.

Grande dolina imbutiforme allungata, composta da due cavità congiunte.

115 - DOLINA DI M. CAPEZZÒ — *Loc.* Colleparado - *sit.* M. Capezzò, cima - *F.º* id. - *qm.* 785 - *pm.* 20 - *Dm.* 120 NE - *dm.* 70.

Alla sommità di un'altura conica, aperta verso valle.

L'ipotesi di un medesimo sistema di sotterranei di cui farebbero parte, oltre alla grotta del Colleparado, il pozzo Santullo, la Fossa della Volpe e la dolina di M. Capezzò, per quanto possa sembrare verosimile, non pare in realtà verificarsi. Il MARTEL sostenitore di questa tesi, già prospettata molto tempo prima dal SANTUCCI e dal GORI (op. cit.), si fondava principalmente sull'apparente allineamento delle quattro cavità, e in particolare per il pozzo Santullo-Grotta, sul profilo topografico attraverso ad essi. Non è stato, pertanto, tenuto conto sufficientemente della diversa natura dei terreni in cui sono scavate, la loro distanza e posizione rispettive, le antiche funzioni e la diversa genesi che ne confermerebbero invece l'indipendenza, almeno per le due doline di Fossa d. Volpe e di M. Capezzò.

116 - DOLINA DI COLLE DELLE MONACHE — *Loc.* Pignano (Veroli) - *sit.* 2,4 Km. da Maggione, a sinistra della strada per Veroli, sotto M. Pizzuto - *F.° id.* - *qm.* 330 - *Dm.* = *dm.* 90.

117 - GROTTA CIVERTA — *Loc.* Veroli - *sit.* a sinistra scendendo, accanto alla mulattiera che si diparte dalla strada per S. Francesca (antica Via Napoletana) - *F.° id.* - *qm.* 550 - *Lm.* 30 - *pm.* 18,5 - *esp.* F. Mattei 1830 (1); A.G. Segre, A. Alonzi 1940 - *ril.* Segre 1940 - *bibl.* (213).

Attualmente lo stretto ingresso è chiuso ad arte da blocchi rocciosi. Dopo una china di terriccio e detriti, un foro angustissimo immette in un ingombro di grosse pietre; per una strettoia termina ad un andito alto 3 m. al centro, largo 2, dalla cui volta si diparte un cunicolo strettissimo. Stillicidio abbondante, fondo di durissima stalagmite. Di tre fori che si presentano in questo luogo, il più largo conduce ad un corridoio alto in alcuni punti 2 m. con piccole stalattiti rossicce. Da qui si dipartono due cunicoli, uno a fondo cieco, l'altro prolungatesi in budello irto di acute stalattiti, assai disagiata, che termina in ambiente cupoliforme alto m. 4, adorno di stalattiti e stalagmiti in parte guaste. Delle concrezioni a « cipressuolo » ricordate dal CAPERNA, una sola se ne rinvenne e piccolissima presso una vaschetta con acqua a 12° 3 C. La grotta è tortuosa con pendenza media di 55°; è probabile che proseguisse anticamente fino alla località detta il Bagno ove si trova una sorgente d'acqua (C° 12° 3) a quota 454, cioè 96 m. più in basso.

Temp. (VIII-1940) media dell'aria int. 13° 8 C. *Fauna*: tricotteri; dolichopode.

118 - GROTTA DEL CAUTO — *Loc.* Veroli - *sit.* m. 1050 NE da S. Maria Amaseno, sotto alla dorsale carsica di Carcatera; 50 m. sopra a Val Pratelle - *F.° id.* - *qm.* 623 - *Lm.* 100 m. - *pm.* 32 - *p. int.* 2; 5 - *esp. ril.* A.G. Segre, A. Alonzi 1940.

L'ingresso è nascosto dalla sterpaglia; pendenza media della grotta 35°; largh. 22 m., alt. di volta 8 m. Un salto di 2 m. immette nella prima sala donde per tre aperture a sinistra separate da pilastri stalagmitici, si scende nella seconda sala, ampia con concrezioni in parte guaste: sul fondo depositi di guano. Quasi al centro è una fossa rettangolare di 7 m., ed altra di m. 5 sotto la parete destra: alcuni blocchi sembrano caduti di recente per la freschezza delle superfici di distacco e la scarsità di concrezioni. Più innanzi vi è una sorta di mensola prodotta da un masso strapiombante per 5 m., incastrato

fra le pareti. L'ultimo ambiente più vasto, presenta un soffitto orizzontale formato dalla faccia inferiore d'uno strato. Il suolo imbutiforme contiene al centro una piccola stalagmite ed un laghetto in tempo di pioggia, con intorno un colonnato stalagmitico; un unico cunicolo in direz. SE conduce al punto estremo della caverna, dove ponendo attenzione, si ode scorrere dell'acqua lontana, (poco distante, a m. 800, sgorga la sorg. di Capodacqua, presa dell'acquedotto di Veroli). In origine 3 diaclasi furono seperatamente allargate (le tre sale hanno l'asse maggiore secondo la loro direzione) e successivamente si aperse un varco tra i diaframmi, mettendo in comunicazione le cavità.

Fauna: dolichopode; pupe, clausilie (all'ingresso).

119 - POZZETTO DELLE PRATELLE — *Loc. Veroli - stt. sotto M. Carcateria, a 1/2 h. dalla gr. d. Caùto, sulla sinistra del fosso Pratele - F.º id. - gm. 730 - pm. 5 - Lm. 2,5 - esp. ril. A.G. Segre 1940.*

Parte superiore di una cavità più profonda e vasta completamente ostruita. Ha due stretti camini ai quali si accede dalla maggiore delle aperture.

120 - VORAGINE DI M. TESORO — *Loc. Veroli - stt. testata di Valle La Spina; m. 1160 a NO di M. Tesoro (quota m. 1135) - F.º id. - gm. 1080 - bibl. (261).*

Profonda ed assai ampia, si allarga a bottiglia.

Altre cavità sono segnalate in regione Mugliera e verso Pizzo

Deta.

NOTE

- (a) BENE E. - *Sull'età delle dolomie dell'alta valle dell'Aniene* (Uff. Geol., 60; 1935).
 id. - *La formazione mesozoica di Fillettino e Collepardo, M. Simbruini ed Ernici* (ibid., 61; 1936).
 id. - *op. cit. al cap. IV.*
 CASSETTI M. - *Appunti geologici sui monti di Tagliacozza e di Scurcola nella Marsica* (Com. Geol., 2; 1903).
 id. - *Rilevamento geologico nell'Abruzzo Aquilano e in Terra di Lavoro eseguito nel 1897* (Com. Geol., 28; 1897).
 id. - *Appunti geologici sui monti di Tagliacozza e di Scurcola nella Marsica* (ibid., 31; 1903).
 (b) BENE E. - *Appunti geologici sulle regioni dell'Appennino Centrale comprese nel foglio 151* (Uff. Geol., 63, 23; 1938).
 id. - *Note illustrat. carta geol. d'It., foglio 151, Alatri* (Roma 1913, con bibl.).
 (c) VIOLA C. - *Osservazioni geologiche eseguite nella Valle dell'Aniene nel 1902* (Com. Geol., 34; 1903).
 id. - *Osservazioni geologiche fatte sui monti Ernici* (Com. Geol., 27; 1895).

- id. - *Osservazioni geologiche fatte sui monti Sublacensi nel 1897* (Com. Geol., 29; 1898).
- id. - *Osservazioni fatte sui monti Simbruini nel 1896* (Com. Geol., 28; 1897).
- id. - *Nuove osservazioni geologiche fatte nel 1898 sui monti Ernici e Simbruini* (Com. Geol., 30; 1899).
- (d) BENEDETTI E. - *La formazione miocenica e la tettonica della Valle Roveto, alta Valle del Liri* (Uff. Geol., 61; 1936).
- (e) Anticamente *limella fl.*; dalle pareti di M. Padiglione presso Verrecchie sgorgavano altre sorgenti onde l'antico nome di Costa delle Fonticelle (238). Fra esse la più importante era quella del Telentio (*Telontius fl.*) le cui acque uscivano da un foro e confluivano coll'Inaile. Sembra che (271) in seguito ad un terremoto, la volta di questa grotta di sbocco fosse crollata e da allora cessasse l'erogazione avendo le acque trovato altra via. Esse impiegano un tempo assai lungo, in proporzione alla distanza, a riemergere a Capuacqua. Tra gli abitati di S. Sebastiano e di Corecumello, a 10-11 Km. da Tagliacozzo, parte dell'Inaile precipita in una grande fenditura detta CAUAPONE (= crepaccione) del DIAVOLO; dopo i Campi Palentini una parte delle acque scompare nuovamente in loc. TEURAMORA o TEURAMONE (271) (302); dopo un'ampia ansa, prosegue verso NO col nome di *F. Salto*; poi la valle si restringe oltre Torano.
- (f) DEL RE G. - *Descriz. topogr., fisica, econom., politica de' reali domini al di qua del Faro nel regno delle Due Sicilie* (Napoli 1835, vol. II, p. 223).
- (g) GORI - op. cit.: «... alle radici di M. Calviglio (presso Guarcino) lanciati sassi in foro rotondo, dopo un pezzo se ne odono i tonfi nell'acqua. Si chiama il foro rozzo dello SMERTO. Se si getta paglia essa ricompare nella GROTTA DELLA FOCE» (II, pag. 88). E' oltre: «... Sulla strada di Guarcino, dopo un pezzo dell'antico selciato scendere nei campi sino alla riva d'un fosso perenne» dove nel letto asciutto d'un torrente «v'è una grotta sotto una roccia spianata.... nelle piene si precipita entro ad essa il torrente con frastuono....» (II, pag. 87). E' da notare che molta incertezza rimane circa il luogo indicato dal Gori, ed alcuni elementi, come la lunghezza del percorso sotterraneo, potrebbero a identificare la grotta della Foce con quella di S. Luca.
- (h) Secondo una tradizione il nome del paese deriverebbe da una fiera che aveva la lana nel pozzo Sant'Alto. E' verosimile il ricordo della *Linca* (= pardo) segnalata nell'Appennino Marsicano e nelle selve della Valle Roveto fino al XVII sec. Nell'II. Centr. e Merid. era conosciuta col nome di *Lupo Cerviero* (*L. cervarius*) (MEACATI M., *Metallotecnica Vaticana*, Roma, 1574-1719) onde i toponimi: Cervara, Cervaro, M. Cervia, M. Cervialto etc.
- (i) MARTEL E.A. - *Nouv. Traite d. Eaux souterraines* (Paris 1921, a p. 150).
- (l) Il CAPERNA (213) riporta la relazione del MARTEL: «... Vicino alla porta Civerta, nell'angolo della via che serpeggiando mette nella rotabile Napolitana, aperiosi un'ampio foro, si scopri una grotta.... il primo anfr.... di lunghezza palmi 30 e larghezza 40, presenta un piano, formato di diverse stalagniti di forma piramidale. Da questo, per angusto ambulacro si scende nel secondo vano, la cui estensione è maggiore del primo. Qui vi sorprendono i vari gruppi di stalagniti a mo' di cipressuoli, di tronchi e d'altra variatissime pietrificazioni formate da stillicidio, i quali armonizzano.... colle stalagniti pendenti dalla volta. Si ascende per piccolo rialzo, e carpone si entra nel terzo. Il suolo elevandonesc quasi egualmente presenta un monticello nella cui cima evvi un laghetto, cui d'intorno gradatamente sporgono piccoli labbri, a mo' d'orio di conchiglie, incastrati tra loro (vaschette incrostanti). Da tutti i punti partono innumerevoli tubi trasparenti come cristalli forati nel centro, formando bellissima roggiera. La volta è adorna di svariate stalattiti, tra le quali moltissime di forma botrica dalle grandi e lucenti lamine di spato giallognolo. Dai reggitori però della pubblica cosa, per evitare pericolo ai transitanti, si fece redigere perizia mediante l'assistenza dei Deputati dei pubblici ornati e strade, che da essi si fece ascendere alla spesa di scudi 4 e baj. 55; e così il 16 agosto 1839 ne fu chiusa l'apertura, riempendola di sassi».

CAPITOLO V

CARSISMO DEL M. SORATTE

Il M. Soratte sorge dalla campagna a N di Roma come un'isola allungata in direzione NO-SE, lunga Km. 5,5 e larga 2 alla base; per la maggior parte composta da calcari compatti liasici, rappresenta il più cospicuo affioramento di questa roccia che, sul medesimo allineamento, incontrasi a SE fino a Fiano Romano. Le rocce più antiche sono rappresentate da dolomie, da calcari dolomitici e da calc. scuri di limitata estensione (S. Oreste, estremità NO del Soratte), attribuiti al Retico, ma almeno in parte riferibili alla base della serie Liasica o al Giura. I calcari bianchi cristallini del Lias inferiore, in poderosi banchi conferiscono l'aspra fisionomia alla dorsale ed in essi appunto s'addentrano le voragini e grotte più notevoli. I calc. del Lias medio, talora lievemente marnosi, con mal conservati frammenti di crinoidi, assieme ai calc. precedenti occupano estensioni più ridotte verso SE e NE. Durante il pliocene, costituiva una delle maggiori isole dell'arcipelago innanzi al golfo Sabino. Ai fianchi del Soratte si appoggiano marne e calcari organogeni Pliocenici, sui quali sono adagiati il Villafranchiano e i tufi leucitici pleistocenici che rivestono il pendio occidentale fino ad un terzo della sua altezza. Secondo le vedute più recenti (a), il Soratte rappresenta il lembo sovrascorso di una faglia inversa prolungata sotto alla base NE del rilievo, in parte mascherata da brecce quaternarie e propaggini tufacee. La breccia di frizione affiora per breve spazio a NO di S. Oreste, lungo il sentiero per S. Silvestro. I calcari, traversati da una fitta rete diaclasica presentano frequenti tasche d'erosione e sfioracchiature specialmente nella parte più elevata ed esposta. Si conoscono tre voragini fra loro comunicanti, e cinque grotte: le prime (Meri) sono prossime al contatto tra il Lias ed i tufi; le altre si internano nel dirupato versante O della cresta.

1, 2, 3 La - VORAGINI I MERI (fig. 8) — *alt.* m. 890 a N. da S. Oreste, presso S. Romana - *F.*° 144 - IV SO (Rignano Flaminio) - *qm.* 299; 263; 255 (b) - *pm.* 30; 135; 65 - *esp. ril.* C.S.R. (Jannetta, Franchetti, Datti, Vacchelli, Caffarelli, Zileri) 1920 - *bibl.* (2) (28)* (270) (361).

Per la conformazione topografica sono certo le più singolari voragini conosciute nel Lazio: costituiscono un sistema di 3 profondi

pozzi cilindroidi-botrici, larghi 15-30 m., più stretti alla sommità e nel mezzo intercomunicanti (c). Ceramica dell'età del bronzo colà rinvenuta durante la prima esplorazione, (in una diramazione; v. gr. dei Meri), fanno supporre che allora esistesse un più facile ingresso naturale, oppure vi fosse stato adattato con artifici un passaggio. Dalla prima voragine (più accessibile) fu compiuta la discesa nella seconda (d). A circa 65 metri dall'imboccatura del II pozzo s'apre, sulla parete di NIE, una breve ed ampia galleria, G, alta 27 m., comunicante col Mero 3 La. Al fondo giace un cumulo di pietre, coperto da numerosi ossami recenti e da rifiuti (e); da qui prosegue una galleria ostruita dopo 20 metri.

4 La - GROTTA DEI MERI (fig. 8) — *Loc. id. - sit. nel Mero 1 La - F.º id. - gm. 235 - pm. 60 - lm. 220 - esp. C.S.R. 1924 - bibl. (28).*

Dalla cengia precedente del Mero 1 La si dirama uno stretto corridoio in fondo al quale sta un pilastro M simile a stalagmite, ma prodotto dall'erosione; più oltre, un salto di 4 metri conduce ad una saletta (f). Dopo un labirinto di passaggi talvolta strettissimi, si apre una sala abbastanza ampia, adorna di bellissime concrezioni; il suolo è coperto da molto guano e ossa di pipistrelli; un cunicolo si perde verso l'alto, forse anticamente comunicante con la superficie del suolo, rendendo più facile l'accesso sotterra.

19 La - GROTTA DI S. ROMANA — *Loc. S. Oreste - sit. presso al Santuario di S. Romana - F.º id. - gm. 250 - lm. 30 - esp. C.S.R./1924 - bibl. (28).*

S'interna nel calcare del lias medio, presso al limite tra questo ed i tufi vulc.; sembra che ad essa alludesse il PONZI riferendosi a breccie ossifere trovate al Soratte.

47 La - GROTTA I DEL M. SORATTE — *Loc. id. - sit. 65 m. a NO dal Convento della Madonna delle Grazie - F.º 144 - IV NO (Stimigliano) - gm. 646 - lm. 90 - pm. 50 - esp. ril. C.S.R., C. Franchetti 1924 - bibl. (28) (270).*

Si scende per un'angusta fessura fino ad un piano fangoso con qualche stalagmite; termina in un corridoio bloccato da pietrame.

34 La - GROTTA II DEL M. SORATTE — *Loc. M. Soratte - sit. sul versante NO oltre un costone che scende dal monastero di S. Silvestro - gm. 688 - esp. C.S.R. 1924.*

Si presenta come un foro verticale che mena per una spaccatura, a gallerie simili alla precedente.

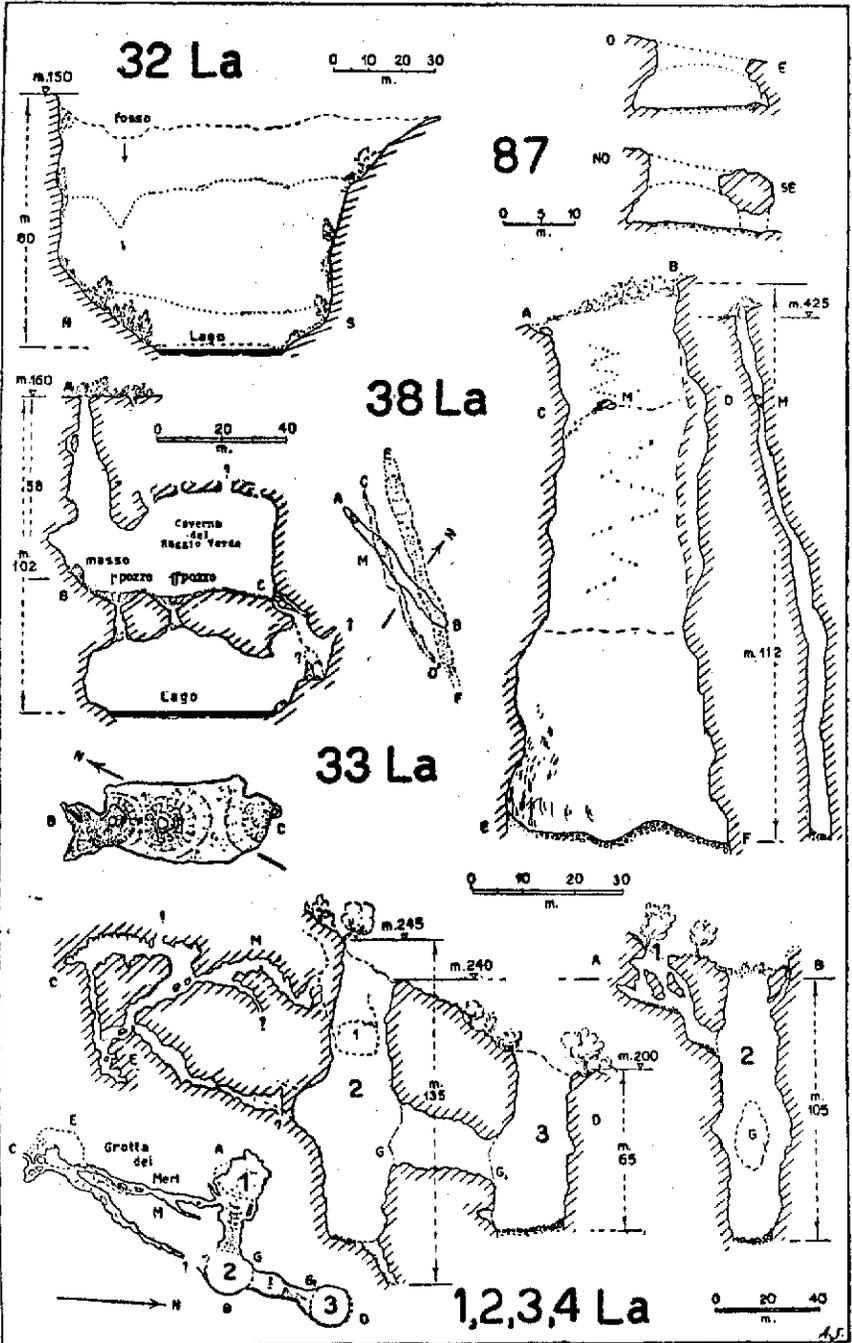


Fig. 8.

48 La - GROTTA DI GASPERONE (g) — *Loc. id. - sit.* 200 m. a NO della vetta del Soratte, in uno sperone roccioso - *F.°* 144 - IV NO (Stimigliano) - *qm.* 480 - *esp.* C.S.R. 1924.

Nascosta da folte boscaglie; è meno profonda delle altre.

NOTE

- (a) BENEDETTI E. - *Il problema strutturale del M. Soratte* (Lincoln Ric. 343, s. 8*, 1, 990; 1946).
 III. - *Sulla struttura del Monte Soratte (Lazio)*. (S. Geol. It., 65, 69; 1940-47).
 (b) Invece di 245, 240, 200 trascritte p. err. in fig. 8.
 (c) Fin dal 1820 in Brocchi intuì la comunicazione fra le tre voragini.
 (f) Ivi fu scoperto un vaso eneolitico saldato al suolo da incrostazione stalagmitica, posto sotto ad uno stillicidio.
 (d) Su di una sporgenza si rinvenne una quantità di stracci commisti a terriccio, onde il nome di Cengia della Lavandaia dato a questo passaggio.
 (e) Fu trovata anche una grossa palla da cannone di pietra.
 (g) Creduta dimora del celebre brigante.

CAPITOLO VI

CARSISMO DEI MONTI CORNICOLANI

L'affioramento dei calcari liasici e giuresi che si estende ad arco tra Montecelio e Monterotondo, è costituito nella porzione orientale da una serie di alture coniche di mediocre altitudine (Poggio Cesi, m. 415); verso occidente si prolunga a formare la dorsale lievemente ondulata (m. 206) del Monte S. Francesco. Grossi banchi di calcari cristallini dell'Infralias, e di tipo majolica (Neocomiano) occupano l'estensione maggiore. Si presentano facies a gasteropodi, a terebratule e di ammonitico rosso: i fossili, invero assai mal conservati sebbene numerosi, hanno permesso di riconoscervi la presenza dei piani Pliensbachiano, Domeriano e Toarciano (a); calcari bianchi con selce rossastra rappresentano il Dogger ed il Malm. Le pendici dei colli Cornicolani si immergono sotto ai sedimenti sabbioso-marnosi pliocenici, o sono parzialmente coperti da tufi basaltici, leucitici, specialmente nei versanti di SO. Il fenomeno carsico, sebbene vi sia notevolmente sviluppato, non fu oggetto di particolare attenzione ed è rimasto lungamente ignorato: le prime notizie datano dal 1897 (341) ed è attualmente in corso di studio. Sono caratteristiche alcune grandi doline facenti passaggio a vere e proprie voragini, scavate in

massima parte nei calcari del lias medio e soprattutto infer., la cui origine per crollo è manifestata oltre che dalla morfologia a pareti ripide o verticali, dai blocchi ammassati in alcune (Fossa Grande di S. Angelo). Improvvisi sprofondamenti si verificarono presso Montecelio anche recentemente (78). Le manifestazioni carsiche sono distribuite in due zone principali: sull'altopiano di M. S. Francesco, tra Valle Oscura e Valle del Pantano, e intorno al Colle di S. Angelo.

32 La - Pozzo DEL MERRO (fig. 8) — *n.* Méro de' S. Angelo; il Merro; erroneamente nella carta I.G.M. « Pozzo del Merlo » - *Loc.* Mentana (S. Angelo R.) - *sit.* 4 Km. da Mentana; 500 m. a sinistra del ponticello dopo il ponte Gattaceca sulla via Mentana-S. Angelo R. - *F.º* 144 - III SE (Monterotondo) -- *qm.* 150 al margine superiore - *pm.* 80 - *Dm.* 210 NO-SE - *dm.* 130 - *esp.* C.S.R. 23/IX/1928 e 30/VI/1946 - *ril.* A.G. Segre - *bibl.* (260) (270) (300) (341).

Grandiosa dolina puteiforme, irregolarmente ellittica: forma di passaggio tra la dolina e la voragine. Si apre sul pendio di una propaggine del M. S. Francesco, presso il confine tra il calcare massiccio liasico ed i tuffi vulc. terrosi. Presenta pareti quasi perpendicolari specialmente a N; la profondità minima dal lato più depresso è di m. 58: solo il pendio SO è parzialmente praticabile senza ausilio di corde. A metà di esso scaturisce dell'acqua che poi si perde per assorbimento; nel mezzo giace un laghetto ellittico con sponde rocciose ripide, lubriche, con acque nere e profonde, completamente ricoperte da un feltro di vegetazione galleggiante. Subisce lievi variazioni stagionali ma è permanente ed il livello minimo è quello indicato nella Tav. II-2. Sulle pareti del Merro vi sono alcune aperture inesplorate; una folta ed intricata boscaglia riveste i fianchi ostacolando il passaggio.

33 La - Pozzo SVENTATORE (fig. 8) — *n.* Sfogatoio (341) - *Loc.* Mentana - *sit.* m. 150 a NE del Merro, nascosto dalla macchia - *F.º* id. - *qm.* 160 - *lm.* 68 - *pm.* 102 - *p. int.* 56; 38 - *pr.* 75 - *esp.* C.S.R. Franchetti, S. Datti, F. Botti 19/V e 23/IX/1928 - *ril.* C.S.R. 1928 - *bibl.* (11)* (341).

Presenta due aperture distanti 10 m. tra loro, la minore detta anche « Sfogatoio piccolo ». La maggiore, larga 3 m. nella quale si penetra, è circolare e dà accesso ad un gran pozzo con pareti lisce; il primo tratto di 46 m. si discende direttamente. A m. 35 raggiunge la massima larghezza di m. 15, e dopo 40 m. sbocca in una spaziosa caverna quadrilatera (m. 75 × 25, alta al centro 30 m.). Dalla volta, priva di stalattiti, s'innalzano 4 camini; dal minore a spaccatura, pe-

netra un tenue raggio luminoso verde di singolare effetto. Sul fondo detritico si aprono due fori imbutiformi ed all'estremo SE s'internano 2 cunicoli che sboccano, dopo 12 m., in una caverna sottostante le cui dimensioni di poco differiscono dalla superiore (volta di m. 28 dal livello delle acque in magra): un lago sotterraneo allungato ne occupa il fondo (lungo m. 54, largo ca. 15, con le circostanti pareti a picco). Sulla volta sboccano i due pozzi della prima sala. A SE vi è un ripiano di roccia: verso l'alto, s'aprono gl'ingressi di due gallerie abbastanza ampie in probabile comunicazione col vicino pozzo del Merro: da questo sembra debbano provenire le acque che alimentano il lago. La profondità accessibile della cavità varia da 102 m. a 80 m. secondo il livello delle acque. Appare verosimile che in un primo tempo le acque ristagnassero anche nell'ambiente superiore e successivamente, allargate le fessure del fondo, siansi ritirate nella sottostante caverna preesistente. Questo ampio sotterraneo chiarisce quale sia stata la genesi del Merro e di altri analoghi. Col procedere del processo erosivo, dopo parziali franamenti della volta superiore e del diaframma tra i due saloni (già perforato in più luoghi), rotti gli equilibri definitivi, il sotterraneo tenderà a trasformarsi nel suo insieme in una dolina puteiforme.

46 La - GROTTA DELLA SELVA — *Loc.* (S. Angelo R. (Mentana) - *sit.* fra il Merro ed il pozzo Sventatore, un po' più a N di questo - *F.º id.* - *qm.* 177 - *lm.* 28 - *pm.* 10 - *p. int.* 4 - *esp.* C.S.R. 23/IX/1928 - 24/VII/1946 - *rit.* F. Botti.

Piccola grotta nel calcare del lias medio: anche questa presenta sintomi di non lontano crollo della volta di tenue spessore. Ha due ingressi, quello a S a pozzo di 4 m. e l'altro a foro facilmente accessibile. Si compone di una saletta di m. 15 per 6 di alt., illuminata dall'esterno e comunicante con altre due minori. In esse sono alcune interessanti microconcrezioni: nell'ambiente maggiore tracce di frane e sprofondamenti recenti.

121 - DOLINA DELLE CARCERI — *Loc.* Mentana - *sit.* tra il Merro e Valle Oscura sul M. S. Francesco, in loc. Le Carceri - *F.º id.* - *qm.* 175 - *Dm.* 100 ca. NE - *dm.* 40 - *pm.* 35 - *esp.* C.S.R. VI/1946 - *rit.* A.G. Segre.

Ellittica, ha rocce ripide lungo i due lati più lunghi, mentre agli altri due estremi pendii erbosi conducono al fondo piano e coltivato. Nei fianchi alcuni antri e grotticelle, probabili residui delle diramazioni della cavità maggiore che originò l'avvallamento.

122 - MERRO SECCO — *Loc.* Mentana, S. Angelo R. - *sit.* sul M. S. Francesco, alla testata di Valle Oscura - *F.º* id. - *pm.* 206 super. - *qm.* 128 al fondo - *pm.* 78 - *Dm.* 180 - *dm.* 165 - *esp.* C.S.R. VI/1946 - *ril.* A.G. Segre - *bibl.* (341).

Grandiosa dolina imbutiforme, contornata da paretoni a picco per 2/3 della circonferenza; quasi perfettamente circolare, scavata nei calc. del *lias medio*. Le pareti raggiungono a NE l'altezza massima di ca. m. 50, alla cui base sono due coni detritici; qua e là sul fondo giacciono grossi blocchi. I fianchi sono rivestiti di vegetazione folta. Anche questa cavità è dovuta a sprofondamento, e successivo ampliamento per erosione e disfacimento delle pareti; facilmente accessibile fino al fondo, dal lato SO.

Presso il M. Oliveto (m. 152) alcune piccole grotte sotto lo spuntone calcareo di quota 143 (casale di Grotta Marozza), a NO del M. S. Francesco; altra cavità doliniforme trovasi alla testata di Valle del Pantano, verso la strada per Castelechiodato.

I FOSSI DI S. ANGELO ROMANO — Gruppo di 3 doline alle falde NO del Colle di S. Angelo, presso quota 242 - *F.º* 144 - II SO (Palombara Sabina).

123 - FOSSA GRANDE — *n.* Bocca di Marraone (241) - *qm.* 245 bordo super.; 212 al fondo - *pm.* 33 - *Dm.* 128 EO - *dm.* 75 - *ril.* A.G. Segre - *bibl.* (53) (341).

È la più profonda a perimetro grossolanamente ellittico, con parete strapiombante dal lato S, a monte. Al piede di essa giacciono alcuni grossi massi i cui interstizi costituiscono minuscole grotte. Sui pendii circostanti affiorano rocce ripide. La parete S è umida; folta macchia riveste tutta la dolina; pteridofite, muschi e licheni prosperano al piede delle rocce e fra i massi sotto alla parete S. Evidente l'origine per sprofondamento.

124 - FOSSA MEDIA — *qm.* 101 al fondo - *pm.* 26 - *Dm.* 140 E-O - *dm.* 110.

Di formazione più antica della precedente; più regolare, sensibilmente più ampia meno profonda e con fianchi meno ripidi.

125 - FOSSA PICCOLA — *qm.* 195 - *pm.* 15 - *Dm.* 95 E-O.

Dolina a piatto, quasi circolare, in via di completo riempimento, coltivata a grano.

Altre cavità doliniformi ed avvallamenti di natura carsica si osservano nel bosco di Nardi a N-NO dei Fossi; tra le due sommità del Poggio Cesi sul versante NO del medesimo, ed a 1 Km. a SE di S. Angelo.

Sul Poggio Cesi, a m. 317 è stata segnalata dal KELLER (341) una spaccatura di m. 2 detta *Fossovuoto* o *Vulcanetto* (b) per una corrente d'aria calda che da essa emana costantemente a 20°,5 C°.

126 - DOLINA DI VALLE S. LUCIA — *Loc.* Montecelio - *sit.* in loc. Quarto Pianelle, a poco più di Km. 1 da Montecelio, sulle falde orientali del Poggio Cesi, sul fianco sinistro di Valle S. Lucia, non lungi da un gruppo di ruderi rom. - *F°* 144 - II SO (Palombara S.) - *qm.* 162 - *esp.* C. Crema 1915 - *bibl.* (78)* (82).

S'originò improvvisamente all'alba del 16 marzo 1915, per crollo, nel calcare a grossi banchi a grana fina e compatta del lias infer. Mancarono fenomeni premonitori: i testimoni che stavano nelle vicinanze videro elevarsi dal suolo una fitta colonna di polvere bianca che scambiarono sulle prime per acqua. Nella parte NE del paese di Montecelio fu udito un forte rombo; le case tremarono come per lieve scossa sismica, onde molti uscirono all'aperto: lo scuotimento non fu avvertito nei paesi vicini. Il CREMA, che osservò la cavità pochi giorni dopo la formazione dà i seguenti elementi: appena formata aveva perimetro quasi circolare; diametro NS m. 55; EO m. 56; profondità poco più di 30 metri; pareti a picco e, in qualche punto, strapiombanti; assenza d'acqua al fondo. Lesioni concentriche marginali con larghezza di pochi cm.; puteiforme al momento della formazione, mostrava una certa tendenza ad estendersi secondo il diametro EO, ad acquistare pareti non scoscese ed a diminuire di profondità per graduale riempimento. Dopo un mese le dimensioni erano quasi le medesime, solo il diametro maggiore EO superava i 60 m. Un ruscelletto temporaneo proveniente da O alimentava una pozzanghera al fondo: in essa franava materiale delle pareti quasi a piombo. Concentricamente al perimetro, nella zona a monte, alcune crepe del terreno una delle quali larga 0,5 m.; piogge abbondanti e prolungate precedettero il crollo; potrebbe darsi anche una indiretta influenza del terrem. marsicano del 13-I-1915 sulla stabilità del terreno, cosa più verosimile per gli sprofondamenti avvenuti nella valle del Velino (c).

NOTE

- (a) MAXIA C. - *Studi geologici sui M. Cornicolani* (C.N.R., 18, 397; 1948).
10. - *La serie liasica nei M. Cornicolani e Lucretiti* (S. Geol., II., 62, fasc. 1; 1943 con bibliogr. delle opere precedenti).
10. - *Condizioni di giacitura diapirica dei calcari liasici dei M. Cornicolani* (Lincei Rc., ser. VIII, 3, 591; 1947).
10. - *Monogr. geol. sui M. Cornicolani* (in corso di pubbl.).
- (b) Nella medesima località vi sono altre simili spaccature minori (FOLGHERAUER, op. cit., p. 16). — V. anche in KELLER A.F. - *Ueber die am 19 Januar dieses Jahres in Rom vespürten Erdschoesse* (Verhandl. d. Geol. Reichsanst., Wien, 1873, n. 7, p. 165 e in: *Fortschritte der Physik*, 1873, p. 1105).
- (c) CREMA C. - *Sprofondamenti carsici nella valle del Velino, Aquila*. (In: *Tra i Monti del Lazio e dell'Abruzzo*, Roma 1924).

CAPITOLO VII

CARSISMO LEPINO - PONTINO

I M. Lepini (355) costituiscono la porzione più settentrionale del sistema preappenninico Laziale-Campano compreso tra i vulcani Albano a N e di Roccamonfina a S; a NIE fiancheggiano l'aperta Valle Latina e a SO, sono limitati dalla piana Pontina; il fiume Amaseno e la sella di Castro de' Volsci li separano dagli Ausoni. Fisicamente si distinguono due principali blocchi che sono altresì differenti per morfologia e struttura: l'alta dorsale di M. Lupone (m. 1378) - M. Semprevisa (m. 1536) ed il vasto altopiano inclinato tra Gorga e M. Gemma (m. 1460), separati dal profondo solco vallivo di Carpineto Rom.-Montellano-Maenza. Una serie di rilievi minori si stende tra il M. Semprevisa e il bassopiano Pontino: comprendono i due gruppi del M. Furchiavocchia-Cerro, fra Sermoneta, Bassiano e Sezze; e di M. Sajano (m. 415) innanzi a Piperno. La dorsale di M. Siserno-Campo Lupino si stende per 12 Km. lungo la Valle Latina come un'appendice protesa verso gli Ausoni: fra essa ed i Lepini sono gli espandimenti leucititici dei così detti vulcani Ernici (a).

I Lepini (b) sono quasi per intero costituiti da potenti assise di calcari supracretacei con la solita facies ippuritica turoniana meridionale, come nei Simbruini, negli Ausoni e negli Aurunci. In alto si mostrano decisamente stratificati, con potenze variabili tra 0,5 e 3 m., con qualche intercalazione di calcari marnosi più scuri. Inferiormente la stratificazione diviene meno evidente: ai calcari bianchi-compatti e ceroidi si sostituiscono spesso calcari dolomitici e dolomie,

mentre scompaiono le già mal conservate tracce d'organismi. Sul versante pontino il cretaceo s'immerge senz'altro nelle alluvioni palustri: solo qua e là detriti di falda cementati e qualche piatta conoide (Sermoneta-Norma) interrompono questa uniformità. L'Eocene sembra limitato a S di Colferro, con calcari giallastri e brecciole numulitifere. Molto più esteso è il Miocene che, in fascia più o meno continua contorna la base dei rilievi cretacei lungo la Valle Latina, a cominciare tra Segni e Sgurgola. Lembi più ridotti affiorano a Gorga ed al M. Caccume; una stretta striscia, non più larga di 700 m. si stende da Montellanico a Carpineto Rom. e termina in loc. Perrone del Corvo. Fra Montellanico e Carpineto essa è mascherata completamente dalla coltre dei tufi vulcanici che risale lungo il fondovalle. Sulla successione stratigrafica delle diverse formazioni nella serie miocenica di valle Latina sono esistite divergenze riguardo alla posizione dei tre complessi che la compongono: i calcari, le arenarie, le argille, e la facies puddingoide-brecciosa. Tale questione assume particolare importanza per i riflessi nell'interpretazione strutturale di tutto il sistema Lepino-Ausonio-Aurunco al quale è legata, nonché per la comprensione della circolazione idrica sotterranea, come si vedrà meglio più innanzi. Onde si riassumono nello schema della pag. 69 gli estremi della questione (b).

Il Miocene affiorante all'interno dei Lepini (Carpineto R.), presenta una facies assai diversa, con argille verdastre, calcari marnosi bianchi o nerastri manganesiferi, che rassomiglia a quella delle « argille scagliose », facies quindi a carattere settentrionale alloctona (c).

Parallelamente al progresso delle conoscenze stratigrafiche, sono andate sviluppandosi le interpretazioni tettoniche. Il BRANCO (d) riteneva che il Miocene (creduto eocene) costituisse al fondo della Valle Latina un riempimento appoggiato ai Lepini ed agli Ernici, allora già emersi e racchiudenti un braccio marino.

MURCHISON, PONZI, DE ROSSI, DI TUCCI riconoscevano nei ripidi versanti Lepini due grandi fratture marginali limitanti la massa montagnosa. Il DE ROSSI anzi, riteneva (80) che la frattura Pontina si prolungasse oltre i Colli Albani ed il vulcano di Roccamonfina; a conferma della sua esistenza citava le numerose sorgenti solfuree e gli sprofondi ai piedi dei Lepini. Il VIOLA (a) che in fondo compendia i suoi predecessori, osserva come i rilievi posti tra la valle di Carpineto R. e le paludi Pontine, siano costituiti da una potente serie cretacea monoclinale (M. Semprevisa); e la zona tra detta valle e quella Latina sia suddivisa da un sistema di faglie longitudinali, parallele

COMPLESSO MIOCENICO DELLA VALLE LATINA secondo :

R.B., BEHRMAN, E. BENEVOLO		M. GROSSI, V. NOVARESE	
?	Breccie mono. e poligeniche	Arenarie tenere, con intercal. argillose	
SUP.	Puddinghe, Breccie poligen. in lenti Arenarie gialle, grige, con intercal. argillose (= <i>Pontico</i>) = SERIE MOLASSICA	MED.	Marne e arenarie, con intercalati: Calcarei a litotamni e a Pecten Scabrellus (= <i>Elveziano</i>) = SERIE MOLASSICA
MED.	Argille spesso gessifere, marne e scisti argillosi con lenti di calcari arenacei intercal. specalm. alla base = SERIE DI TRANSIZIONE tra molasse e calcari	INF.	Argille, arenarie con grosse lenti calcaree a lepidocolline (L. Canolfi) amphistegine (A. Nyasi) ecc. (= <i>Langhiano</i>) = SERIE ARGILLOSO-ARENACEO-CALCAREA
MED. INF.	Calcarei granulari giallastri a litotamni, brozzoi, amphistegine (A. Nyasi) ecc. = SERIE CALCAREA BASALE		Arenarie quarzitiche, e conglomerate poligenici interclusi. = SERIE ARENACEA BASALE

agli assi orografici, delle quali, particolarmente accentuata la frattura di Montellanico-Carpineto; la valle Latina sarebbe costituita da un'ampia sinclinale limitata però da fratture. Il DAVIS riteneva i Lepini traversati da sistemi di faglie longitudinali e trasversali (e).

Il versante di Valle Latina particolarmente disturbato tra Ceccano e Castro de' Volsci, e più oltre, lungo gli Ausoni (V. cap. VIII), ha dato luogo ad interpretazioni basate sullo scorrimento dell'intera massa cretacea, compresa tra Montellanico-Carpineto e Valle Latina, sul Miocene. Il GRZIBOWSKY vedeva le facies molassica e calcarea (che ancora attribuiva all'eocene) come risultanti di una sovrapposizione anomala causata appunto dal carreggiamento successivo. Il FRANCHI insistette sull'estensione e sulle proporzioni cospicue del fenomeno. Per il GROSSI e poi per il NOVARESE (b), la dislocazione comincerebbe con una frattura nella zona a NO di Colferro, poi si accentuerebbe fino a rovesciarsi in piega faglia con sovrascorrimenti; infine, dopo Sgurgola assumerebbe le proporzioni di vero e proprio carreggiamento interessante tutta la massa Lepino-Ausonia. La striscia miocenica

Carpineto-Montellanico sarebbe quindi una finestra tettonica aperta dall'erosione nei calcari cretacei sovrastanti e galleggianti perciò sul Miocene. Le osservazioni e i rilievi più recenti (c) hanno dimostrato invece trattarsi di un sistema di due fratture, una normale ed una inversa (piega-faglia) parallele, che racchiudono un lembo miocenico penetrante a NE sotto ai calcari cretacei. Motivo tettonico questo che si accorda molto bene con lo stile degli archi appenninici. Ciò non toglie che ulteriori più dettagliate indagini conducano a modificare in parte le attuali vedute; l'ipotesi di grandi sovrascorrimenti va però esclusa in questa parte dell'Appennino.

Il margine NE Lepino-Ausonio-Aurunco andrebbe interpretato (BEHRMANN, BENE0) (b) (c), come una struttura a scaglie embricate la quale, laddove le componenti tangenziali siano state più energiche, presenta masse frontali isolate, sopravanzate alla catena, quale ad es. il M. Siserno. Verso l'estremo NO a E di Artena ha inizio un motivo anticlinaloide il cui asse va sempre più inclinandosi verso la Valle Latina: a cominciare da Segni si delinea una piega-faglia inclinata nel primo tratto a NE, il cui asse tende a torcersi (f) e poi ad abbattersi con scorrimenti, procedendo verso Sgurgola-Morolo dove si frammenta in scaglie. La Valle Latina sarebbe invece impostata su di una zona anticlinale subparallela al margine Ausonio-Aurunco, frammentata sulla gamba nordorientale, da fasci di faglie longitudinali. Quest'interpretazione è dunque intermedia fra quelle più antiche a sole faglie e la più recente ma insostenibile dei carreggiamenti; essa però si mantiene in armonia con la struttura fraturata caratteristica dei blocchi mesozoici che fiancheggiano la V. Latina a NE.

La dorsale Lupone-Semprevisa ha disposizione monoclinale, troncata verso le Pontine da un'alta costiera interrotta, inferiormente da una serie di ripiani sui quali poggiano lembi di tufi vulcanici, nei più bassi talora litoidi e discretamente spessi; più in alto assumono facies terrosa, commisti a terre rosse di dilavamento con debole potenza (1-3 m.), quindi scompaiono affatto nei ripiani più elevati. Ivi i calcari, spogli di vegetazione, e non più protetti dai tufi, presentano estese superfici modellate da doline, lapiez, e deserti carsici (Tav. I - 1-2-3). Tali ripiani rappresentano nel loro insieme i resti di una superficie gradinata, probabilmente in relazione ai movimenti isostatici subiti dalla regione nel Pliocene, ed a questi combinati con quelli eustatici pleistocenici. Il versante opposto invece, parallelamente al solco vallivo Carpineto-Montellanico, presenta sugli 800 m. di quota,

una fila di ampie depressioni valloidi. Il Campo di Segni (Tav. I - 1) perfettamente piano, lungo 1 Km., costituisce il centro di una prima ampia conca; segue il Campo di Montellanico, allungato per quasi 3 Km. con all'estremità S un volùbro: esso prosegue con la valle asciutta delle Grotte che fa capo ad un'area intensamente carsificata con doline ed un piccolo piano detto Aia della Forca (m. 795).

Dal lato opposto, tra Carpineto e la Valle Latina, i Lepini, come si è accennato, assumono la forma di un vasto altopiano inclinato verso Gorga, fortemente carsificato, con numerosi bacinetti chiusi, valli cieche e doline. Il più vasto è l'uvala di Piano della Croce con una serie di depressioni con pozzi e voragini al fondo.

Il corridoio di terreni miocenici di Carpineto (impermeabili nel loro complesso) ha influito singolarmente sulla disposizione della circolazione carsica: all'estremità più elevata, dove le due fratture che determinarono il disturbo tettonico in parola proseguono nel calcareo per poi terminarvi, si è localizzata una erosione sotterranea molto attiva. Ivi si estende il Piano delle Faggeta, uno dei più tipici valloidi carsici del Lazio, modellatosi per corrosione sotterranea e conseguenti sprofondamenti che vi accadono di continuo: la sua superficie è costellata di doline di crollo, cavità imbutiformi terminanti a voragine e inghiottitoi. A valle di Carpineto, dove cessa il Miocene, v'è un gran numero di voragini (Ovuso dell'Isola, del Pellegrino ecc.); la grotta del Formale rappresenta la risorgenza collettiva delle acque assorbite dai calcari il cui rilievo separa in due rami la valle di Carpineto: quello più basso tutto nei calcari, quello più alto (200 m.) alla falde del M. Semprevisa, occupato dal Miocene (e). Mentre la faglia di sinistra sotto al Semprevisa ha tendenza a costituire una via di sorgenza delle acque, la piega-faglia di destra ha funzione idrovora, come dimostra la menzionata risorgenza del Formale, prossima all'estremo inferiore della dislocazione.

127 - LA POZZARICA — *Loc.* Artena - *sit.* m. 800 a NE di Artena; 350 a N del bivio di Fontana Nova - *F.*° 150 - II SE (Artena) - *qm.* 255 - *pm.* 32 - *Dm.* 175 NE - *dm.* 135 - *rit.* Segre 1946 - *bibl.* (56) (318) (370) (345).

Ampia dolina ellissoidale nei tufi leucitici al piede dei Lepini le cui ultime propaggini distano meno di 500 m. Nella parte più profonda e pianeggiante, coltivata, giacciono frammenti calcarei che indicano essere il sottostante supracretaceo prossimo ad affiorare fra i tufi di tenue spessore. L'acqua viene costantemente assorbita, nè

vi ristagna mai; il nome, però, ed una tradizione, ricordano come anticamente dovesse albergare un laghetto (MAROCCO op. cit. IX, pagg. 38-39). Anche l'ALMAGIÀ (56) ricorda questa dolina; alcuni (GALLI, CROCIONI op. cit.) vi riconoscerebbero una delle voragini ricordate da LIVIO, formatesi in seguito a terremoti avvenuti intorno al 400 a. Cr.

128 - DOLINA DI VALLE S. CROCE — *n.* Prese - *Loc.* Artena - *sit.* Artena, a O della Rocca - *F.° id.* - *qm.* 435 marg. sup. - *pm.* circa 50 m. - *Dm.* 240 NE - *dm.* 145 - *bibl.* (81)* (270).

L'abitato di Artena nella sua parte a monte trovasi disposto a semicerchio sul contorno del dirupato fianco che circonda un ampio avvallamento del terreno chiamato Valle S. Croce, all'estremità del fosso La Foresta. Evidentemente trattasi del residuo di un'antica dolina di crollo, ampliatasi successivamente per processi erosivi esterni. Nel suo interno, il 2 luglio 1850 si verificò un repentino sprofondamento accompagnato da forte boato e tremito del suolo circostante, con conseguente formazione di una cavità a perimetro ellittico, lunga 80 m., larga 45 con la massima profondità di 20 m. sotto alle rocce che sostengono il paese. In essa rimasero inghiottiti alcuni alberi, ma nessun danno subirono i circostanti edifici. Di questa recente dolina di crollo non rimane quasi più traccia; a stento se ne riconosce la posizione per un più marcato avvallamento del suolo. Dopo piogge prolungate, il fondo si impantana per breve tempo.

129 - BRUCE DELL'ASINARO — *Loc.* Artena - *sit.* sotto alla Rocca; m. 400 a SO del Km. 1 della via Latina da Artena - *F.° id.* - *qm.* 420; 319 - *pm.* 110 - *Dm.* 240 EO - *dm.* 90 - *bibl.* (270).

Ampia dolina pedemontana con pareti a picco; al fondo è la presa del breve acquedotto che alimenta la fontana Nova.

Sia in questa, come nelle circostanti doline la cui morfologia tradisce la repentina origine, potrebbero ravvisarsi gli sprofondamenti ricordati da LIVIO (83) in « Agro Veliterno » del quale appunto questa zona faceva parte, piuttosto che a Velletri in terreni non propizi a tali fenomeni.

Verso E sono altre cavità isolate, con gli stessi caratteri delle precedenti :

130 - DOLINA DI FONTE DELLO SCHIAVO — *n.* Puzzariga o Ovuso - *Loc.* Artena - *sit.* m. 420 a S di fontana dello Schiavo - *F.° id.* - *qm.* 270 - *Dm.* 100 NE - *dm.* 45 - *bibl.* (56).

131 - DOLINA LO JÓVOSO — *n.* Ovuso o Jovoso - *Loc.* Colleferro - *sit.* testata del vallone Grotta Ferrata (Valle La Mola), presso Colle degli Sfiaticci - *F.º* id. - *qm.* 300 ca.

132 - DOLINA LA PRECICCHIA — *Loc.* Colleferro - *sit.* poco a SE dello Jovoso - *qm.* 300 ca.

133 - GROTTA DEL CATÀUSO (tav. V-1) — *n.* Catàvoso - *Loc.* Artena - *sit.* m. 700 a SO di quota 621 a NO della Civita (ruderi); in Valle del Salvatico - *F.º* 150 - II SE - *qm.* 405 - *lp.* 35 - *esp.* C.S.R. (Datti, Franchetti) 1926 - *rit.* Segre 1946 - *bibl.* (270).

Tipica grotta diaclasica la cui natura è ben visibile anche a distanza. Composta di un ambiente allungato verso NIE in discesa: all'ingresso la volta si abbassa fino a 1 m. dal suolo. Internamente è alta 4-5 m.; a destra alcuni grossi blocchi franati e numerose pozze d'acqua alimentate da abbondanti stillicidi. Il suolo è straordinariamente melmoso e vi si affonda facilmente; il prolungamento della cavità è quasi completamente intasato da fango. Incrostazioni insignificanti.

134 - GROTTA DI S. OLIVA — *Loc.* Cori - *sit.* nell'orto del convento di S. Oliva - *F.º* 158 - I NE (Cori) - *qm.* 370 - *lm.* 150 - *pm.* 15 - *esp.* C.S.R. (Datti, Franchetti).

135 - GROTTA DI CAPO TOSTO — *Loc.* Cori - *sit.* m. 1500 a SE da Cori in Valle Le Cupe - *F.º* id. - *qm.* 390 - *lm.* 50 - *pm.* 8 - *esp.* C.S.R.

Ha due ingressi.

136 - GROTTA DELL'ARNALE CIECO — *Loc.* Cori - *sit.* m. 700 N-NE da Madonna del Soccorso - *F.º* id. - *qm.* 580 - *lm.* 30 - *pm.* 3 - *esp.* C.S.R.

137 - GROTTA DI VALLE COCCIA — *Loc.* Cori - *sit.* m. 1000 NE da Mad. del Soccorso; in loc. Pezza la Fossa - *F.º* id. - *qm.* 630 - *lm.* 8 - *pm.* 2 - *esp.* C.S.R.

138 - GROTTA DELL'ARNALE DEI PUPAZZI — *Loc.* Cori - *sit.* 1400 NE da Mad. del Socc.; in loc. Pezza la Fossa - *F.º* id. - *qm.* 730 - *lm.* 8 - *esp.* C.S.R.

139 - GROTTA DI SCATRABÒSSA — *Loc.* Cori - *sit.* m. 700 N-NE da Mad. d. Socc. - *F.º* id. - *qm.* 620 - *lm.* 10 - *pm.* 2 - *esp.* C.S.R.

140 - POZZO DEL CATÀVIO — *n.* Catàvio o Catàuso - *Loc.* Cori - *sit.* m. 720 N-NE da Mad. d. Socc. - *F.º* id. - *qm.* 610 - *pm.* 20 - *lm.* 10 - *esp.* C.S.R.

141 - GROTTA DELLA CIVITA — *Loc.* Norma - *sit.* m. 700 NO di Norma - *F.º* 159 - IV NO (Montelamico) - *qm.* 425 - *bibl.* (270) (345).

È una delle caverne che s'internano nei fianchi della collina La Civita su cui sono i ruderi di Norba: ha qualche stalattite.

Altre cavità sono sotto le balze scoscese del versante pontino: alcune furono ritoccate artificialmente. Presso Sermoneta, ai piedi del M. Ravarossa, poco lungi dall'Abbazia di Valvisciola, si scopri una piccola grotta durante uno scavo nel 1938. Essa, come altre consimili, era occultata da un'antica frana: fu abitata ad intervalli dal neolitico all'età del bronzo (120). Vi si rinvennero alcuni frammenti ceramici; una frana prodottasi a seguito di forti piogge l'ha nuovamente occultata.

A mezza costa del rilievo su cui sorge Sermoneta, trovasi il POZZO DELL'OSA o OISO, profonda voragine già nota al BRÖCCHI (2) e al PALMIERI (361).

45 La - GROTTA DELLA TORRE — *Loc.* Sermoneta - *sit.* presso la ferrovia; 100 m. a O d. Torre di Acquapuzza - *F.º* 159 - IV SO (Sermoneta) - *qm.* 40 - *lm.* 12 - *pm.* 8 - *esp. ril.* O.S.R. 1926.

Modesta grotta costituita da un unico ambiente detritico; la prima parte della volta è crollata. Si interna nel fianco d'una dolina marginale dei Lepini: era un'antica sorgente completamente prosciugatasi.

44 La - GROTTA DELL'ACQUAPUZZA — *Loc.* Sermoneta - *sit.* presso Torre d.A., poco dist. dalla precedente - *F.º* id. - *qm.* 17 - *lm.* 10 - *esp. ril.* C.S.R. (Datti, Franchetti, Tosti) 1926.

È stata in parte demolita per il taglio della strada Ninfa-Sezze; costituita da un cunicolo appena penetrabile, in salita. Vi scaturisce una sorgente d'acqua solfurea che forma un laghetto a livello rialzato da muro.

39 La - GROTTA DEL FORMALE (fig. 9) — *n.* il Formale - *Loc.* Carpineto Rom. - *sit.* Km. 1,5 da Carpineto, 200 m. a sinistra d. strada, in una valletta ad essa parallela - *F.º* 159 - IV NE (Montelanico) - *qm.* 416 - *lp.* 80 - *esp. id.* - *ril.* Segre IV/1946 - *bibl.* (270) (361).

Grotta di interstrato a galleria unica, tortuosa, alta al massimo 5-6 m., assai bassa all'ingresso; in discesa nel primo tratto, risale un po' dopo una pozza d'acqua, per proseguire in lieve discesa fino ad un laghetto profondo che ne occupa tutta la larghezza; poi volta bruscamente a sinistra. Dopo le piogge funziona da risorgente: fangosa presso l'entrata, è quasi priva di concrezioni (Tav. V - 2).

24 La - Pozzo DELL'ISOLA (fig. 9) — n. 'Ovuso dell'Isola - Loc. Carpineto Romano - *sit.* Prima del ponte dell'Uomo, a destra per un bosco di querce, indi alla destra di un fosso (valle Cisterna); per coltivi alla voragine, nascosta da folta vegetazione - *F.°* id. - *qm.* 390 - *pm.* 85 - *lm.* 57 - *Lm.* 35 - *esp. ril.* C.S.R. (Franchetti, Datti, Botti, Tosti, Pietromarchi, Greppi) 1928.

E la voragine verticale più profonda esplorata nei M. Lepini, occorrendo una discesa diretta di m. 70. Si entra dalla più larga delle due aperture A¹: a - 4 m. trovasi il luogo più stretto del pozzo a bottiglia, largo appena m. 0,60. A - 15 sbocca un basso cunicolo non raggiungibile, percorso da acqua che scorre lungo la parete e poi forma una piccola cascata di 20 m. d'altezza; l'acqua ha prodotto una specie di grande nicchia a doccia allungata longitudinalmente verso il basso. All'inizio della cascata, sulla parete qualche bella concrezione a frangia. Il pozzo va allargandosi al fondo dove raggiunge m. 18 × 13,5; la sala terminale C è alta 20 m., illuminata dalla tenue luce dell'ingresso.

Il fondo è in forte pendenza verso SE cosparso di detriti; al centro sono accatastati alcuni massi staccatisi di recente dalla volta soprastante. Dalla sala C si diramano tra gallerie: una in direzione E, in forte discesa, cosparsa di detriti che mette capo al pozzo F e raggiunge il punto più profondo della voragine-85 m. Pietrame e fango ostruiscono parzialmente il proseguimento: il fondo assorbe tutta l'acqua. Dalla sala centrale verso O una stretta galleria in salita immette in un camino E a fondo cieco, prolungato in alto: un rigagnolo percorre il sotterraneo e sbocca in un ruscello proveniente dal laghetto che occupa il fondo del pozzo D. Interamente scavata nel calcare neocretaceo.

40 La - VORAGINE DELL'UOMO MORTO — n. Ovuso d.U.M. - Loc. Carpineto R. - *sit.* 4 Km. da Carpineto, alla I curva della strada per Segni; 30 m. a SE del ponte dell'U.M. - *F.°* id. - *qm.* 360 - *pm.* 16 - *esp.* C.S.R. 1926.

Si trova presso un gruppo di querce; consiste in una serie di aperture congiunte tra loro, tortuose e lisce, simili a marmitte. Detriti al fondo ostruiscono una galleria.

29 La - Pozzo DEL SOLDATO — n. Ovuso del S. - Loc. Carpineto R. - *sit.* 200 m. a N dalla strada Carpineto-Maenza, dopo tre curve da Carpineto, in loc. Selva Piana - *F.°* 159 - I SO (Giuliano di Roma) - *qm.* 584 - *pm.* 12 - *lm.* 13 - *esp. ril.* C.S.R. V/1927 - *bibl.* (11)*.

Pozzo naturale in parte riempito di pietre con le pareti rivestite

da muratura. Adibito a pozzo e chiuso con un coperchio. Al fondo giace un laghetto circolare profondo m. 1,5: da esso si origina una galleria di 11 m., diretta NS, alta m. 1,5 in leggera salita.

25 La - Pozzo DEL PELLEGRINO (fig. 9) — *n.* Ovuso del Pellegrino o di Carpineto - *Loc.* Carpineto R. - *sit.* a 50 m. dalla rotabile, sotto alle prime case di C. - *F.°* 150 - IV NE (Carpin. R.) - *qm.* 506 - *pm.* 24 - *esp. ril.* C.S.R. V/1927.

Pozzo carsico regolare a pareti lisce strapiombanti, con una strozzatura di 2 m., 8 m. sotto all'imboccatura ellittica; l'asse è leggermente obliquo. Fondo pianeggiante, detritico, asciutto, privo affatto di concrezioni: l'aria è resa asfissiante dai rifiuti che vi gettano.

26 La - Pozzo CANDELONE (fig. 9) — *n.* 'Ovuso o Bocca Candelone - *Loc.* Carpineto R. - *sit.* sponda destra del fosso Il Rio presso Ponte dell'Uomo; 50 m. dalla strada provinciale - *F.°* id. - *qm.* 349 - *pm.* 22 - *lm.* 12 - *esp. ril.* C.S.R. V/1927 - *bibl.* (11)*.

L'ingresso è un foro tondeggiante di m. 2 × 4, contornato da vegetazione. Il pozzo, dopo i primi 20 m. volta a spirale; fino a - 4 m. si conserva cilindrico largo da 2 a 3 m., poi si restringe mantenendosi con diam. di 1 m. fino a - 15 m.; indi torna ad allargarsi di circa 2 m. fino al fondo. Il corridoio terminale finisce con due diramazioni a T: nel mezzo una spaccatura impenetrabile e strettissima. Mancano tracce d'acqua; la pend. media è di 75°.

Altre voragini esistono nelle vicinanze: fra cui l'OVUSO DI M. CAPREO e l'O. DEL CERRETO a SE di Carpineto R.

142 - VORAGINE DELL'OVUSO — *n.* 'O Travàsu; lo Sprefunno - *Loc.* Carpineto R. - *sit.* estremità NO di Piano delle Faggeta - *F.°* 159 - IV SE (Roccagorga) - *qm.* 855 - *pr.* 30 - *ril.* Segre 1946.

La voragine s'apre al fondo di una dolina imbutiforme allungata a NE per 60 m., larga 30, con folta vegetazione. Notevole la presenza di conifere (*Taxus baccata* Linn.) probabilmente elementi relitti agli ingressi delle voragini dove sussistono isole microclimatiche favorevoli. La voragine a pozzo cilindroide, s'interna verticalmente per una trentina di metri e prosegue poi dopo un ripiano. Da S vi si scarica un breve fosso asciutto d'estate.

143 - Pozzo DI M. SEMPREVISA — *Loc.* M. Semprevisa - *sit.* tra la vetta (m. 1536) e l'anticima a O (m. 1529) - *F.°* id. - *qm.* 1510 - *pr.* 16 - *ril.* Segre 1946.

Stretto pozzo con apertura imbutiforme; dopo pochi m. volge a gomito verso SO. Un'altro ne esiste sul crinale, in direz. di Sezze.

41 La - GROTTA DEL RAPIGLIO — *Loc.* Bassiano - *sit.* pochi mt. sopra alla sorgente della Fota, sotto M. Perentile - *F.°* 159 - IV NO (Montelánico) - *qm.* 829 - *Lm.* 50 - *esp.* C.S.R. /1926 - *bibl.* (11)*.

Galleria semplice e bassa, terminata da sifone. Vi sgorga la sorgente del Rapiglio.

43 La - GROTTA DELLA FOTA — *n.* Acqua della Fota - *Loc.* Bassiano - *sit.* a 15 m. dalla sorg. Rapiglio in Val S. Angelo - *F.°* id. - *qm.* 664 - *Lm.* 25 - *esp.* C.S.R. 1926.

Galleria alta 2 m., termina con cascatella ed un sifone.

42 La - GROTTA DI S. ANGELO DI BASSIANO — *n.* Sorgente S. Angelo - *Loc.* Bassiano - *sit.* a monte d. grotta d. Fota, 500 m. a SO da Piano dei Peschi (m. 1063) - *F.°* 159 - IV SO (Sermoneta) - *qm.* 954 - *esp.* C.S.R. /1926 - *bibl.* (11). La 1

Grotticella di pochi m., una volta assai più vasta, demolita per la costruzione del serbatoio per l'acquedotto di Bassiano.

Fra il M. Furchiavecchia ed il M. della Bufala (m. 802-861) a SO di Bassiano, giace una depressione, sede di un antico laghetto (il Pantano); verso la quota 861 sono numerosi antri e piccole grotte (LE COVACCHIE) e sulle pendici SE una profonda voragine (OVUSO).

144 - GROTTA DEL CROCEFISSO — *Loc.* Bassiano - *sit.* sul pendio, m. 950 a N di M. Furchiavecchia - *F.°* 159 - IV SO (Sermoneta) - *qm.* 448 - *bibl.* (270) (345).

Breve galleria che mena ad un ambiente con stalattiti dove è un altare; due profonde diramazioni sono chiuse da un muro.

145 - VORAGINE DELL'OSO — *n.* Oso, Ovuso - *Loc.* Sezze - *sit.* presso al paese (Le Fontane) - *F.°* id. - *qm.* 250 - *pm.* 38 - *bibl.* (217) (247).

Voragine cinta da muricciolo, adibita a carnaio, scende perpendicolarmente per una ventina di m.: poi si allarga e, dopo altri 18 m. termina con un grande ambiente. Sul fondo pianeggiante numerose ossa di animali gettativi dentro; la fantasia popolare lo ritiene profondissimo. Il CORRADINI (op. cit. II, 1 pag. 7) credeva di identificarvi un carcere romano che doveva trovarsi presso alla loc. Le Fontane. Nel 1672 vi fu compiuta una discesa come risulta da un atto notarile dell'epoca, conservato a Sezze (241^a).

Alla sommità pianeggiante del colle delle Quartara di calcare Senoniano incl. 20° N, fortemente corrosivo, si aprono 3 doline dette LE QUARTARA:

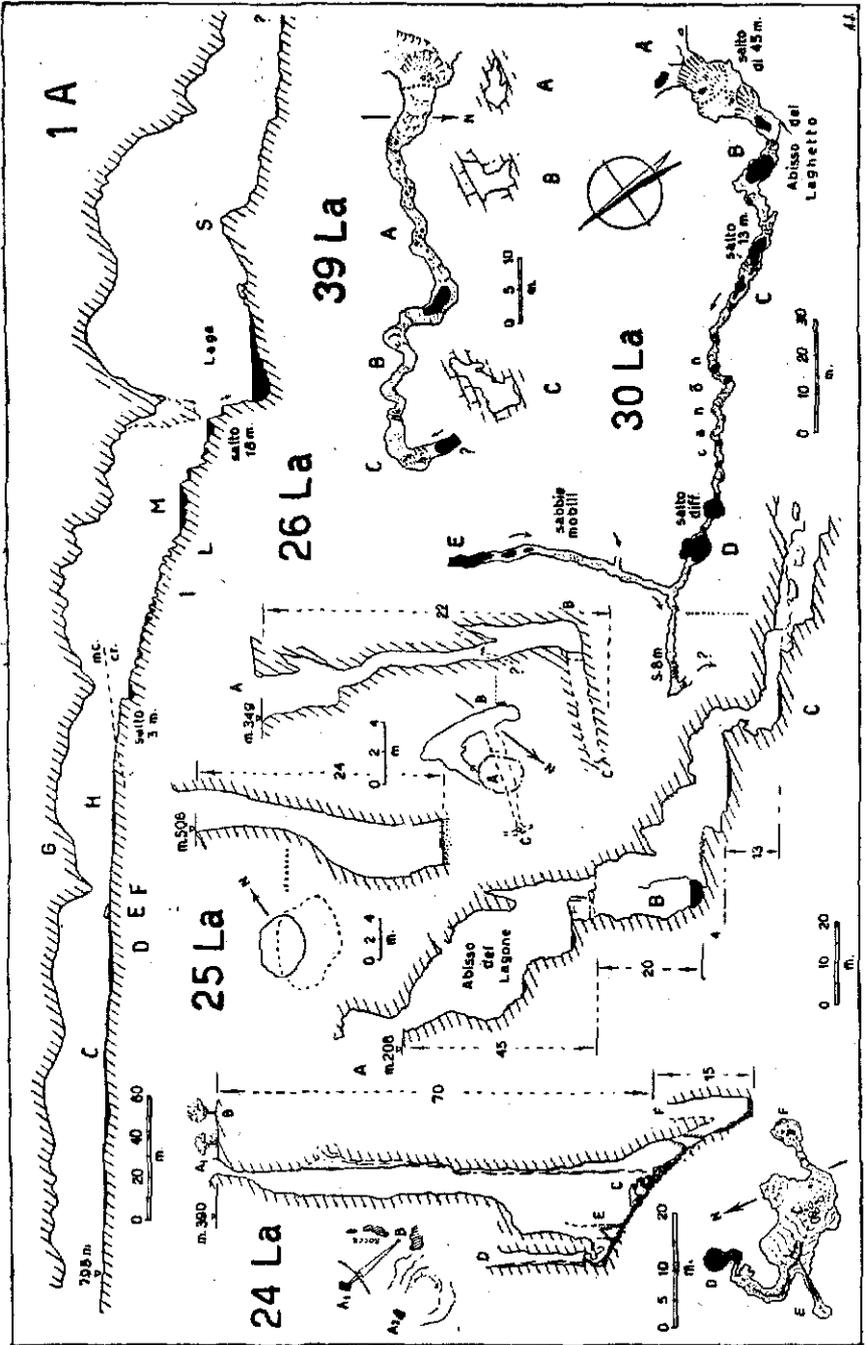


Fig. 9

146 - DOLINA OCCIDENTALE DI PIANO DELLE QUARTARA — *Loc. Sezze - sit. Piano delle Quartara - F.° 159 - III NE (Sezze) - qm. 202 - pm. 28 - Dm. 215 EO - dm. 170 - ril. G. Cumin - bibl. (22)*.*

Dolina a ciotola con versanti erbosi, incl. 26°-30°.

147 - DOLINA CENTRALE DI PIANO DELLE QUARTARA — *Loc. Sezze - sit. Piano delle Quartara - F.° id. - qm. 236 - pm. 35 - Dm. 170 NE - dm. 110 - ril. G. Cumin - bibl. (22)*.*

Dolina a piatto, di perimetro ellittico con versanti a pendenza uniforme di 26°. A N un gradino roccioso da 5 a 8 m., con rivestimenti calcitici e qualche stalattite nelle fratture; fondo (m. 100 × 75) coltivato a grano e oliveto.

148 - DOLINA ORIENTALE DI PIANO DELLE QUARTARA — *Loc. Sezze - sit. Piano delle Quartara - F.° id. - qm. 245 - pm. 76 - Dm. 200 NE - dm. 165 - ril. G. Cumin - bibl. (22)*.*

Imbutiforme col fondo quasi interamente ingombro di blocchi. Certamente per crollo, è probabilmente di formazione più recente delle due precedenti, anche per la configurazione maggiormente accidentata. Pareti rocciose perpendicolari per circa 35 m.; fianco N a falde detritiche, incl. 30°.

149 - ARNALO DEI BUFALI — *Loc. Sezze - sit. a 5 Km. dal bivio di Sezze, sulla sinistra della strada Sezze-Piperno, sotto Piano delle Quartara, poco prima del passaggio a livello della ferrovia - F.° id. - qm. 12 - Dm. 45 - dm. 35 - esp. H. Breuil, A.C. Blanc, W.C. Pei VI/1936 - bibl. (138)*.*

Caratteristica dolina di crollo: i frammenti della volta sono ancora sparsi al suolo. Si presenta aperta verso O. Nelle pareti E s'addentrano brevi grotte; è perfettamente asciutta.

In uno di questi antri, profondo 5 m. fu scoperto un dipinto schematico rupestre a m. 1,40 dal suolo, eseguito con ocre rosso-chiaro, che misura cm. 39 × 22. È stato riferito al tipo delle rappresentazioni antropomorfe schematiche note come « uomini a φ » per la loro forma, caratteristiche del neo ed eneolitico spagnolo. È il primo dipinto schematico rupestre preistorico scoperto nella penisola.

31 La - GROTTA DI S. SOZIO — *Loc. Sezze - sit. sotto la strada che sale al paese, m. 600 a S di Sezze - F.° id. - lm. 45 - esp. ril. C.S.R. - bibl. (11)*. Alt. di volta m. 7.*

150 - GROTTA DEL LUBRO — *n. La Grotta - Loc. Fossanova - sit. m. 1450 da Fossanova, a E di Colle Lubro - F.° 159 - III NE (Priverno) - qm. 83.*

Allo sbocco della Val Carella, tra Norma e Sermoneta si stende nella pianura Pontina una conoide antica a ventaglio piatto; il vertice (l'Abbadia) è a m. 116, ed il margine estremo che si immerge sotto alle alluvioni recenti già a Km. 1,9, va a morire nell'antistante pianura (quota m. 15) a 3,5 Km. dall'origine. Essa è composta da ghiaie, frammenti calcarei più o meno cementati, conglomerati e crostoni travertinosi verso il contatto con i depositi palustri (torbe, limi). L'unghia estrema, dove il complesso palustre ha spessore ridotto, è soggetta ad improvvisi sprofondamenti con tendenza ad assumere forma circolare o ovale con l'asse maggiore disposto trasversalmente al pendio. Sovente sono associati in gruppi e tendono ad allargarsi col tempo: in pochi secoli si compie il loro ciclo e si obliterano per colmata senza lasciare traccia apprezzabile. Il DI TUCCI (319) (a pag. 67) accennò a frequenti sprofondamenti del suolo nella pianura innanzi a Sermoneta e così anche il DE ROSSI (80) (vol. I, 221-22) che fornisce per alcuni di essi imprecisati, la data di formazione: il maggiore largo 100 m., nel 1809 (9); gli altri nel 1848; 1852 e 1857.

A 800 m. dall'Abbadia, a sinistra della strada per Sermoneta, trovansi due cavità doliniformi; una più ampia a m. 125 e l'altra circolare, presso la strada, a m. 66 (g).

151 - I SPROFONDO — *Loc.* Stazione Sermoneta - *sit.* m. 450 a SO dalla stazione ferr. - *P.°* 159 - *IV* SO (Sermoneta) - *qm.* 36 - *Dm.* 60 - *dm.* 50 - *pm.* 10 - *ril.* O. Marinelli, R. Almagnà 1903 - *bibl.* (57) (62)* (80) (254) (281).

Nel 1903 era largo 50 m. e, per buona parte dell'anno conteneva un laghetto prosciugatosi per riempimento progressivo.

152 - II SPROFONDO — *sit.* Casale Anime Sante - *qm.* 31 - *Dm.* 90 - *dm.* 70 - *ril.* id. - *bibl.* id.

Si formò verso il 1870 (57); ha pareti a picco alte circa 3 m.

153 - III SPROFONDO — *sit.* accanto al II - *qm.* 30 - *Dm.* 70 - *dm.* 55 - *ril.* id. - *bibl.* id.

Si formò nella stessa epoca.

154 - IV SPROFONDO — *sit.* m. 500 a SO dei precedenti - *qm.* 23 - *Dm.* 92 - *dm.* 78 - *ril.* id. - *bibl.* id.

Sembra che in esso debba riconoscersi lo sprofondo segnalato dal DE PRONY (336) (pag. 200), cioè l'*Obbico* formatosi nel 1786, el-

littico con diametri di 30 e 20 m. Il medesimo A. riferisce che nel giugno 1811 l'acqua vi era profonda m. 10. Le sponde sono ripide, alte 4 m.; è il maggiore degli sprofondi e quello a quota più bassa.

A NO del Monticchio di Sermoneta si sono formati recentemente (1945) due piccoli sprofondi del diametro di m. 5. Nella zona travertinosa a E di Cisterna vi sono frequenti le tracce di sprofondamenti prodotti dal cedimento del travertino che qui è rossastro e vacuolare.

155 - V SPROFONDO: CASA AFFONNATA — *Loc.* Tra Ninfa e Cisterna - *sit.* m. 800 a S-SO dal Castellone (ansa del fosso Teppia) - *F.°* 158 - I NE (Cori) - *qm.* 56 - *Dm.* 35 - *dm.* 30 - *ril.* R. Almagià 1904 - *bibl.* (57)* (62) (80) (281).

Laghetto al fondo di una dolina di sprofondamento con sponde perpendicolari alte 5-6 m., che conservano ancora nella parte superiore, i resti curvi della volta di travertino.

In questa zona vi sono altre cavità più irregolari, in via di avanzato riempimento; tali una asciutta di m. 12 × 10, ed un avvallamento lungo una cinquantina di metri.

156 - LAGO DI COTRONIA — *Loc.* tra Ninfa e Cisterna - *sit.* m. 400 a S di Casale Armellini, presso la strada che collega Ninfa alla via Appia - *F.°* 158 - I SE (Borgo Podgora) - *qm.* 40 - *Dm.* = *dm.* 140 - *pm.* 10 - *ril.* I.G.M. 1927 - *bibl.* (57) (62) (80) (200) (254) (281).

Depressione irregolarmente tondeggiante, larga circa 270 m. Il suo fondo è occupato (novembre-giugno) da acque stagnanti profonde 3 o 4 m. Dista Km. 1,5 dal limite meridionale dei travertini di Cisterna che però si estendono sotto ai depositi palustri fino al laghetto, come dimostrano gli affioramenti lungo il perimetro N e O. È quindi anche questo un fenomeno di erosione dei travertini analogo al precedente.

Nella piana Pontina al piede del M. Sajano, fra questo ed il fiume Ufente, si trovano alcuni laghetti somiglianti per l'origine agli sprofondi di Sermoneta.

157 - LAGO S. CARLO — *n.* anticamente Occhio a Terra - *sit.* m. 250 a SO dalla ferrovia Sezze-Piperno - *F.°* 159 - III NE (Priverno) - *qm.* 2,5 - *Dm.* = *dm.* 100 - *bibl.* (107) (252) (254) (281) (368).

Circondato da un anello paludoso, e per metà, da un arginetto di terra. Il REMIDDI (368) (a p. 51, nota 12) ricorda come ivi fossero stati trovati depositi calcariferi concrezionati durante l'esecuzione di

scavi per canali di bonifica, alternati con strati torbosi. La forma primitiva della cavità è stata modificata artificialmente nel secolo scorso.

LAGHI DEL VESCOVO. — Questi tre laghi si sono formati per associazione di più sprofondamenti, avvenuti in tempi diversi. Nella carta dell'ASTOLFI (252) il I ed il II lago sembrano comunicanti tra loro. Il I lago, formato da tre sprofondi, è lungo ca. 160 m. ed ha in prossimità un altro piccolo stagno, residuo della comunicazione col II Lago. Il II lago lungo m. 120, è costituito da due sprofondi maggiori e presenta un'appendice a NO. Il III lago è composto da due sprofondi ed è lungo m. 150. Tutti e tre hanno sponde a picco alte 0,5 m., e sono circondati da folta vegetazione palustre; in prossimità sgorgano alcune sorgenti solfuree.

Più a SE trovasi il LAGO DEI GRICILLI o MAZZOCCHIO lungo 150 m. Era di forma pentagona; oggi è ridotto alla metà per parziale colmata favorita da un arginetto. È circondato da un anello pantanoso, alto m. 2,5. Tra il canale Selcella e l'alveo dell'Ufente, a 2 Km. dal Lago del Vescovo, è il LAGO MANNELLO circolare, largo 150 m., con sponde alte 0,5 m. Altre due depressioni asciutte sono a N di La Cotarda in R.ne Sugherara ed un laghetto simile ai precedenti in loc. La Vanninara, a N della staz. di Priverno, tutti sulle alluvioni pleistoceniche di Fossanova.

Un altro sprofondo con un laghetto circolare largo 100 m., detto LAGO DEI VIGNALI (h) è esistito fino verso il 1920. Esso trovavasi nelle alluv. quat. a S di Maenza alle falde del M. S. Angelo, ed è scomparso per riempimento non lasciando quasi traccia.

NOTE

- (a) VIOLA C. - Osservazioni geologiche fatte nella Valle del Sacco in provincia di Roma e studio petrografico di alcune rocce. (Com. Geol., 27, 4; 1896).
 id. - Censo delle osservazioni fatte sul M. Lepini nel 1884 (ibid., 28; 1894).
 ZUCI P. - Osservazioni geologiche fatte nei dintorni di Ferentino e di Prosinone (ibid., 7, 8; 1876).
 SCHERILLO A. - I protetti dei vulc. Ercolci (Period. di Mineral., 8, n. 3; Roma 1937 - Con bibl.).
- (b) GROSSI M. - Note illustrative del F.º 159 - Prosinone, della carta geol. d'It. (VII. Geol., Roma 1933).
 BENEDETTI E. - Le zone strutturali e le possibilità petrolifere della Valle Latina (ibid., 67, 1, nota II; 1942).
 id. - L'interpretazione stratigrafica e tettonica della serie mio-cenica in Valle Latina etc. (B. S. Geol., 64, 79; 1947).
 NOVARESE V. - Il Miocene della Valle Latina (Ch. Geol., 58, 29; 1945).

- GIGNOUX M. - *Sur la tectonique de la Valle Latina* (C.R. Soc. Géol. Fr.; 1927).
- (c) BENEQ E. - *La presunta finestra tettonica di Carpincio R. nei M. Lepini* (Uff. Geol., 70, nota 8; 1945-46, con bibliogr.).
- (d) BRANCO W. - *I vulcani degli Ernici nella valle del Sacco* (Lincei A. 1877).
- (e) DAWES W.M. - *Fault scarp. in the Lepini Mountains, Italy* (Bull. of the Geol. Soc. of America, 11, 207; Rochester 1900).
- (f) BENEQ E. - *Struttura tettonica dei M. Lepini da Segui a Spurgola* (Uff. Geol., 61, nota 3; 1936).
- (g) A questa cavità sembra riferirsi il MAROCCO (345) dove dice che «da un lato della strada di Norma osservasi un piccolo laghetto di forma rotonda e di circa 1/2 rubbio di terreno chiamandosi precisamente la contrada ove giace il *Frecciale*. Si giudica derivato da un avvallamento di terreno, ed ivi esister doveva qualche rimarchevole edificio» (VI, 89).
- (h) F.º 159 - IV (Carpincio R.); 1878, correz. 1907.

CAPITOLO VIII

CARSISMO AUSONIO - AURUNCO

Il sistema Ausonio-Aurunco è separato dai M. Lepini dalla valle dell'Amaseno e rimane compreso tra la valle Latina (F. Sacco-Liri) ed il Garigliano a oriente. Una separazione fra Ausoni e Aurunci, basata su elementi oro-idrografici o geologici rimane incerta: conviene considerare come limite l'allineamento per Fondi, Lenola, Pico e Ceprano, dove il complesso orografico presenta minore larghezza. Gli Ausoni (massima alt. m. 1116) meno elevati dei Lepini e degli Aurunci, formano con questi ultimi un unico sistema ad ampi bacini chiusi, valli cieche, campi di doline a idrografia totalmente sotterranea. Degli Aurunci saranno qui presi in considerazione solo i rilievi a occidente della strada Pico-Campodimele e del fosso Pontone. La massa principale è composta inferiormente da calcari compatti più o meno dolomitici privi di fossili (Infracretaceo) facenti passaggio a grossi banchi di dolomie compatte, anch'esse prive di fossili, almeno nelle zone esplorate, transizione tra l'Infra ed il Neocretaceo. Quest'ultimo è costituito analogamente ai Lepini, Simbruini, ecc. da potenti pile di calcari ippuritici stratificati, in alcune zone ceroidi o dolomitici (Senoniano e Turoniano) (a). Anche qui il carsismo è manifesto nella sua maggiore estensione nel Supracretaceo: le dolomie invece tendono ad arrestare le acque originando qua e là dei livelli acquiferi discontinui, tali però da alimentare notevoli vene: così quelle incontrate dalla galleria ferroviaria tra Formia e Fondi

(96) (97). Nella zona compresa tra Fondi, Itri, Formia e il mare, affiorano terreni più antichi, dal Trias al Lias. Al primo sono attribuiti calcari bituminosi e dolomie brune compatte a Gervillia exilis affioranti nella valle del fosso Pontone fin sotto Itri. Il Lias, esteso per il restante territorio, comprende calcari compatti chiari, a brachiopodi e turricolate, con intercalazioni dolomitiche nel Lias medio. Sul versante di valle Latina si estende una fascia di arenarie mioceniche e calcari organogeni con manifestazioni di idrocarburi (petroli di Ripi-S. Giovanni), prolungamento di quella dei Lepini (facies di valle Latina). Questa zona è sede di importanti, complesse dislocazioni, specialmente nel tratto fra S. Giovanni Incarico e Falvaterra, che rappresentano lo sviluppo di quelle Lepine. Sebbene abbiano dato luogo a interpretazioni discordi (NOVARESE, GROSSI, BENEVOLO, DE STEFANI, GALDIERI, BEHRMANN, ecc.), è da escludere la presenza di dislocazioni tali da giustificare l'ipotesi dei grandi carreggiamenti sostenuta a suo tempo dal GRZIBOWSKI e FRANCHI (b). Pertanto occorreranno ulteriori rilevamenti per interpretare con sicurezza i lineamenti tettonici della bassa valle del F. Sacco.

Un primo sistema di bacini chiusi e depressioni carsiche è compreso tra Roccasecca de' Volsci, Amaseno e Sonnino. Il piano Lucerna presenta nel mezzo un inghiottitoio la cui acque risorgono presso la

56 La - GROTTA DI CAPO D'ACQUA — *Loc.* Amaseno - *sit.* Contrada S. Silvestro; *m.* 1150 NO da C. Filippi - *qm.* 96 - *lm.* 8, breve grotta.

Il piano Lucerna comunica per ampia valle coi piani S. Salvatore e della Selva, estesi per 5 Km., cui segue la poco profonda depressione di Campolungo: confinano col bacino del Catauso, il maggiore di questo gruppo, giacente però 400 m. più in basso. Il piano della Selva è costituito da un valloide asciutto e tale, sebbene meno tipica, è la regione Irio fra Pisterzo e M. Alto; numerose le dorsali carsiche e i bacini completamente catturati le cui superfici tormentate da collinette, doline e lapiez (R. Burrano, Burranello, M. Rotondo) assorbono le acque risorgenti intorno all'abitato di Amaseno (109) presso cui è la VORAGINE MILO.

30 La - INGHIOTTITOIO DEL CATÀUSO (fig. 9) — *n.* Catàvoso, Catànsò, Catùso, Catàos - *Loc.* Sonnino - *sit.* *m.* 1200 NE da Sonnino, in *loc.* Lago. *ne* presso « Le Monache » - *l'.* 159 - II NO (Roccasecca de' Volsci) - *qm.* 206 - *lp.* 235 - *pr.* 95 - *p. int.* *m.* 45, 20, 4, 13, 1, 3, 8, 8 - *esp.*

C.S.R. (C. Franchetti, Iannetta, Bertocci, Botti) 24/VI/1928 - (Franchetti, Zileri, Datti) 19/VII/1931 - *rel.* C. Franchetti, C.S.R. - *bibl.* (11)* (107) (252) (270) (303) (345) (361).

Rappresentato nelle carte (252) fin dal 1765, è ricordato da G. MAROCCO, G. CALINDRI e dal PALMIERI, che non a torto lo chiama « meravigliosa e profonda voragine ». Funziona da inghiottitoio di un bacino chiuso di circa 19 Kmq., compreso fra i M. Sparago (m. 835), delle Fate (m. 1090), Tavanese (m. 944) e Ceraso m. 824); sbarrato a valle da una serie di alture su una delle quali giace l'abitato di Sonnino (m. 401) e da quella detta « Le Monache », più bassa (m. 260). Il perimetro del bacino presenta quindi l'altezza massima di m. 1090 a SE e la soglia di m. 260 a NO. La parte superiore, compresa fra M. Sparago, M. Tavanese e M. di Mezzo (m. 800), costituisce il bacinetto secondario di Piano Fontana, con proprio inghiottitoio a m. 363 in località « Cas. de' Vallecorsani ». Il piano della conca, sensibilmente inclinato EO è formato da terreno alluvionale tufaceo residuo del dilavamento dei versanti; ha forma irregolarmente triangolare e d'inverno è sovente occupato da un lago temporaneo, essendo l'inghiottitoio insufficiente, onde il nome di Lagone alla località. La grotta è stata modellata lungo una grande diaclasi in dir. N-S attraverso i banchi turoniani debolmente inclinati (5°-10°) con immersione SO. Durante le piene invernali il Catauso è totalmente sommerso; le acque sono talora in forte pressione, per cui nei passaggi più impervi giacciono tronchi e ammassi d'ogni sorta di materiali: dovunque s'ammirano tracce di moti vorticosi. L'ingresso in un cavo doliniforme A, è sovrastato da elci; largo solo 12 m., immette in una cavità grandiosa, profonda 45 m., accessibile con scale, a pareti stropiombanti, interrotta da un piccolo ripiano con pozzetta d'acqua (Abisso del Lagone). Un salto successivo B di 20 m. (Abisso del Laghetto) con belle concrez. mammillari, conduce ad altro lago, e poi un nuovo salto di 13 m. termina con un lago di 8 m. Poco oltre ha principio un condotto più modesto contorto, levigatissimo, alto da 5 a 8 m., a piccolo canyon; poi si succedono, alternandosi, salti verticali e laghetti in gallerie a marmitte, con disposizione gradinata. Più innanzi si presentano due laghi di 4 e 7 m. ciascuno, circolari, entro due grandiose marmitte D. A destra, oltre i laghi, si diparte una galleria laterale, E, sabbiosa, con laghetti, esplorata fino ad un 3° lago lungo 30 m. che la occupa interamente; questa diramazione costituisce un affluente sotterraneo che ha origine probabilmente dal Fosso del Carpino. La galleria principale prose-

gue fino all'11° salto di 8 m., poi volta bruscamente indietro ad angolo acuto (meandro sotterraneo) proseguendo verso l'ignoto. Nei ripiani di questo interessantissimo e pericoloso inghiottitoio, in tempo di magra, ristagnano, come si disse sopra, file di laghetti relitti. In alcuni luoghi furono osservati stillicidi rossi per la gran copia di ossidi di Fe; altrove si notarono formazioni sabbiose, fanghi e concrezioni multiformi. Le acque del Catauso tornano alla luce a circa 0,5 Km. dalla staz. di Sonnino, sotto alla quota 57, in una valletta (R. Sassa) a NO del paese, percorsa da un profondo fosso affluente di sinistra dell'Amaseno. L'acqua della risorgente, detta *Bagnoli*, sgorga dal calcare fessurato a 8 m. sul liv. d. mare, m. 3300 in linea d'aria dall'ingresso dell'inghiottitoio, con m. 198 di dislivello. La temperatura dell'acqua varia da 15°4 a 17°: la portata è di ca. 70 l./sec. (6-VI-1932) (107). Poichè è soggetta a forti oscillazioni e caratterizzata da aumenti improvvisi di portata con intorbidamento delle acque dopo le piogge, sembra giustificato considerarla come risorgenza del Catauso; anche perchè nella regione circostante mancano altre sorgenti che possano porsi con qualche fondamento, in relazione coll'inghiottitoio.

Nello scavo della galleria ferroviaria, lunga Km. 7,52, sotto a Colle Orso, (eseguito ai primi del '900) nei monti a N di Terracina, furono incontrate diverse caverne, la maggiore delle quali è la :

158 - GROTTA DELLA GALLERIA DI MONTORSO — Loc. Sonnino - sit. m. 3900 dall'imbocco Nord (Sonnino) della galleria ferrov. - F.º 159 - II NO e SO - gm. 60 - lp. 20 - pm. ? - bibl. (a) (376).

Cavità ampia, che continuava profondamente; ritardò i lavori dello scavo costituendo per la sua mole notevole ostacolo, e si dovette attraversare con ponte. Ha forma di salsiccia, alta circa 25 m.; presso ai piedritti della galleria, che attraversa la caverna obliquamente, è larga rispettivamente 3 e 8 m. (c).

Le caverne incontrate durante i lavori ferroviari, non distano più di 4000 m. in linea d'aria dal Catauso; rappresentano tratti delle vie di drenaggio sotterraneo dei M. Ceraso e delle Fate (m. 1090), porzione elevata del sistema di livelli superiori ormai in buona parte abbandonati dalle acque; acque che in tale galleria comparvero solo alla progressiva 3380 m. con l./sec. da 7 a 22 di portata variabile (98). Tra Colle Orso e M. Romano (m. 863), proprio sopra alla galleria, la dorsale calcarea è fortemente carsificata con una depressione chiu-

sa di circa 800 mq. di superficie. Nel mezzo, a quota 648, giace un'ampia dolina a perimetro cordiforme, larga 170 m. e profonda 12. Trovasi a Km. 4,86 dall'imbocco N della galleria, quasi in corrispondenza della grotta descritta: la distanza fra le due cavità è di soli m. 960, il loro dislivello m. 598. Allo stato attuale delle nostre conoscenze si può scartare la possibilità d'una comunicazione sotterranea col Catauso, non tanto per la distanza, quanto per l'evidente distinzione dei due bacini di cui le menzionate cavità sono gli inghiottitoi.

La dorsale che da M. Romano si prolunga fino al mare, è modellata da valloidi e piani carsici (Campo Sariano, C. Cafolla, Campo dell'Ova) con dolinette e inghiottitoi per lo più impenetrabili, particolarmente alla base (m. 350) delle pendici di M. Romano: anche questa zona probabilmente mette capo al sistema di cavità interne attraversate dalla galleria di Montorso. Fra le depressioni doliniformi va notata

L'UVALA DI FONTE S. STEFANO — Terracina - *sit.* m. 500 a NO di M. Piliucco - *F.°* 170 - I NO - *qm.* 492 - *Dm.* 450 NO-SE - *dm.* 250 - *pm.* 28.

Il suo bacino è lungo 1 Km.

Un'altra depressione simile giace a quota 124 presso « La Casina », 1 Km. a NNE, a sinistra della strada da Terracina. Nell'estrema propaggine, presso l'abitato si conoscono alcune grotte:

7 La - GROTTA DI S. ANGELO (fig. 12) — *n.* Caverna della Sabina - *Loc.* Terracina - *sit.* 100 m. sotto ai ruderi d. Palazzo di Teodorico - *F.°* 159 - I NO (Terracina) - *qm.* 160 - *lm.* 99 - *Lm.* 68 - *pm.* 33 - *esp.* L. Mollari, 1850; R. Remiddi, Legge, Capponi 1875; R. Meli 1894; C. S.R. 1925 - *At. C.S.R.* 13/III/1925 - *bibl.* (11)* (41)* (Meli, 348, p. 106).

Ingresso visibile dalla spiaggia ma difficilmente reperibile. Fu scoperta da un operaio nel 1845 in cerca di cave per massi da scogliera; è percorsa da un sentiero gradinato opera dei briganti che vi abitarono. L'ingresso, m. 1,2 x 4 fu chiuso con un muretto: l'alt. massima della volta non supera 6 m., il dislivello fra i due estremi è di m. 46 secondo REMIDDI, 33 m. secondo i rilievi recenti; pendenza media 30°. Per una galleria si passa su ripido pendio con terra e blocchi: indi dopo una strettoia C la grotta si allarga a formare la sala terminale D, ampia, con bellissime concrezioni e colonne; a questo proposito il REMIDDI osserva che è « notevole in un ambiente laterale una vaschetta con acqua e cannelli... pendenti intorno ». Non è ben chiaro a quale punto della cavità si riferisce quando soggiunge

che « ...in altra parete (?) o tramezzo di quello stesso ambiente un foro corrisponde su di altra profonda cavità, in cui non potrebbe discendersi che raccomandati ad una fune ». La temper. med. misurata dal REMIDDI fu di 24° C. La gr. è più larga che alta e segue in parte la pend. d. strati; il MELI (op. cit. p. 106) però la ritiene formata in diaclasi.

8 La - GROTTA DELLA PALMA — *Loc.* Terracina - *sit.* alla base del Pisco Montano - *F.º* id. - *qu.* 4,20 - *Lm.* 12 - *esp.* Remiddi, 1870; Meli, 1894; C.S.R., 1925 - *bibl.* (1) (41) (348) (368).

Formata da un solo ambiente, è il residuo di caverna più grande, demolita; in parte è stata adattata a deposito di legnami. In uno dei due brevi cunicoli del fondo, v'è una striscia di fori di litodomi, dei quali i più alti (368) a m. 2,85 sulla soglia dell'entrata, e a m. 7,05 sul liv. di bassa marea. Altre tracce di fori sono ad un'altezza di m. 9,91 s. l. m.

A 250 m. dalla precedente è un luogo chiamato localmente CAVA DELLA CATENA alto sul liv. marino 5-15 m. Non ha aspetto di caverna, ma sembra da un taglio che vi è stato praticato che sia stata una grotta con riempimento pleistocenico, in periodo più recente ostruita completamente da crollo. Dall'alto al basso si osserva la seguente serie (41).

1) ammasso di frammenti calcarei con terra.

2) breccia ossifera con ciottoli silicei. Ai lati, al limite con la roccia, conchiglie e frantumi di molluschi d'acqua dolce.

Il SECCHI (41) vi riconobbe ossa di erbivori (bovidi, equidi, cervidi, ecc.) e selci musteriane. Il REMIDDI crede che qui fosse stato l'antico emissario del bacino superiore, del quale dietro M. S. Angelo resterebbe qualche indizio. A. C. BLANC (186) ha rintracciata la cavità a 9 m. sul mare, dietro alla chiesa Nuova della Marina, ridotta a fienile. Vi sono ancora visibili i resti del riempimento breccioso in buona parte scavato. Durante il Tirreniano II fu sommersa al pari delle grotte Circee, onde il deposito è posteriore a tale epoca.

Vi son state determinate (153): *Hyaena crocuta spelaea*; *Sus scropha ferus*; *Hippopotamus major*; *Cervus elaphus*; *Bos primigenius*; *Equus caballus*; *Rhinoceros Mercki*.

Fra Vallecorsa e Pastena si stende una zona ricchissima di fenomeni carsici, a idrografia completamente sotterranea. La dorsale che limita la valle di Vallecorsa a oriente, è crivellata di doline, special-

mente nella parte alta di M. Rotondo, in alcuni luoghi così ravvicinate da conferire al terreno un aspetto singolarmente mosso; sono per lo più del tipo a piatto o a ciotola (fig. 17).

18 La - GROTTA DEI BRIGANTI o DI VALLECORSÀ — Loc. Vallecorsà - *sitt.* 200 m. a S di Vallecorsà - *F.º* 159 - II NE (Vallecorsà) - *qm.* 358 - *lm.* 10 - *esp. ril.* C.S.R. VI/1927.

Presso Vallecorsà si trova una profonda voragine detta IL PEL-LARO (109).

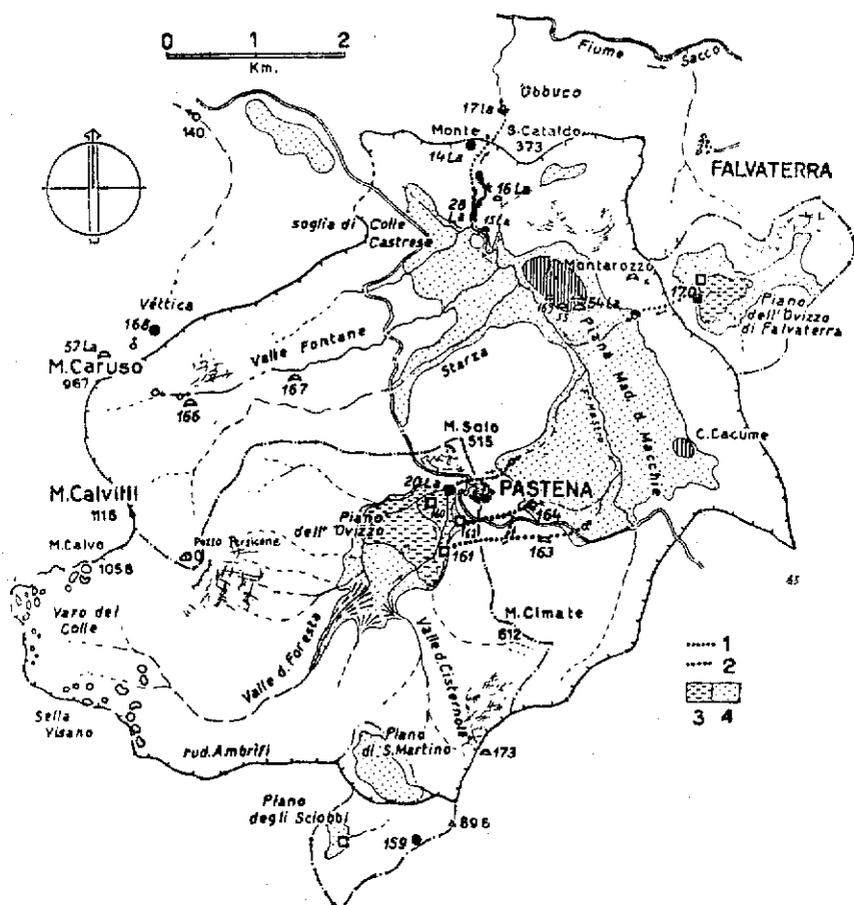


Fig. 10. — IL POLJIE DI PASTENA. 1, Canali sotterranei attivi; 2, canali sotterranei abbandonati; 3, laghi temporanei; 4, fondo alluvionale dei bacini chiusi. Altri segni come in fig. 7.

POLLIE DI PASTENA (fig. 10).

È il primo ed il maggiore della serie di bacini chiusi che si estendono ininterrottamente fino a comprendere tutti i M. Aurunci. Ha forma poligonale piuttosto irregolare con due piani: della Madonna delle Macchie, e dell'Ovizzo di Pastena o di S. Andrea, più piccolo. Esternamente allo spartiacque sono alcuni bacini minori: il piano dell'Ovizzo di Falvaterra (La Fossa) idrograficamente tributario del piano della M. d. Macchie, il piano d'Ambrifi, il piano di S. Martino e la Conca degli Sciobbi a S. I rilievi della porzione sud-occidentale del bacino Pastenese sono disseminati di doline più addensate intorno all'altopiano di S. Croce (700 m.), nelle zone di Sella Visano, Varo del Colle, M. Calvo e Colle S. Lucia: le due più ampie sono quelle di Pozzo Persicone e Fossa della Neve (40) a quota 910 sotto M. Calvilli. Sono poco profonde, circolari, ellittiche o a contorno sinuoso composte dalla riunione di più doline minori. Fra i M. Schierano (m. 896) e Cerreto è compresa la depressione della piana di S. Martino chiusa verso Valle La Voria da un muro per arrestare il dilavamento del terreno. Questa valletta termina ad un inghiottitoio largo 15 m. e poco profondo nella conca carsica degli Sciobbi (m. 491), le cui acque vanno al bacino di Lenola.

Lo spartiacque ben definito, si mantiene a quota media di 600 m. raggiungendo nei M. Calvo e Calvilli la massima elevazione di m. 1116. La maggiore depressione (m. 215) di Colle Castrese fra i M. S. Cataldo (m. 373) e Caruso (m. 999) è di soli 19 m. più alta del piano. Circa 1/4 dell'area del bacino di Pastena è occupato dai piani che sono separati fra loro dal colle su cui giace l'abitato. Il M. Solo, conico, spicca isolato per tre lati dalle alluvioni della piana delle Macchie larga Km. 2,7 che lo circonda ad arco per Km. 4,3; da essa emergono gli hum del Montarozzo (fig. 16) e di Colle Caccume. Il bacino imbrifero (40 Kmq.), giace tutto nei calcari supracretacei; le parti più profonde sono colmate da alluvioni: probabilmente il piano maggiore ospitava ancora nel secolo XVII un lago (d) i cui sedimenti giacciono sotto la più recente coltre alluvionale; la zona a sinistra del fosso Mastro presenta lievi ondulazioni e una cintura di detriti di falda alla base di M. Solo; allo sbocco di Valle delle Fontane v'è un deposito di tufi terrosi augitici rimaneggiati. Il piano dell'Ovizzo è lungo Km. 1,8, largo poco più di 1 Km. I fossi della Foresta e delle Cisternote, attivi solo durante le precipitazioni più forti, vi hanno formato con ciottolosi (La Brecciara). Lo spessore dei sedimenti nel piano è di pochi m.; le acque del fosso Foresta ven-

gono smaltite dall'inghiottitoio dell'Ovizzo (Chiavica Nuova) e poco distante da esso ve n'è un secondo (Chiavica Vecchia) ostruito. Le acque, dopo circa 600 m. di percorso sotterraneo, sgorgano a NE, dalla parte opposta del paese (risorgenza La Maurizia ingombra di detriti) e affluiscono al fosso Mastro. Il fosso delle Cisternole invece gira a destra della piana dell'Ovizzo e, con una canalizzazione artificiale, le acque vengono in parte convogliate all'inghiottitoio dell'Ovizzo. Prima del 1905 funzionava da unico inghiottitoio la grotta del Cane, profonda 12 m., ora ostruita, che si prolungava con sotterraneo di Km. 1,4 fino alla risorgenza della Grotta a N del M. Cimate; essa eroga acqua per qualche tempo anche dopo smesso l'allagamento della sovrastante piana dell'Ovizzo e dopo violente precipitazioni invernali. Poco più a valle della gr. del Cane vi è un altro inghiottitoio impenetrabile, ostruito, del diam. di 2 m. detto pozzo delle Cannavine. Benchè circa 2/3 delle acque torrentizie si perdano per assorbimento lungo il percorso prima di giungere alla piana dell'Ovizzo, tuttavia dopo persistenti precipitazioni si forma un lago (Tav. III - 1) che dura dagli 8 ai 10 giorni occupando talora i 3/5 del piano fino a Casa Macchione. Esso è causato dalle ostruzioni degli inghiottitoi e dalla scarsa capacità dell'Ovizzo che da solo è insufficiente; si produce quindi una rapida saturazione che impermeabilizza la coltre alluvionale. La capacità acquifera delle alluvioni è notevole, tanto che vi furono scavati dei pozzi, e alcuni conservano acqua anche nelle estati più asciutte (pozzo di Sarevino con acqua alta 1-1,5 m.; lago della Valle, sorta di pozzo-volùbro, largo 15 m.).

La piana delle Macchie è attraversata, come s'è detto, dal fosso Mastro, lungo ca. 7 Km., il cui primo tratto fra M. Cimate e Colle Cocco è quasi sempre asciutto. Il maggior alimento è dato dal gruppo delle risorgenti di M. Cimate (Vrotta, Vurvone, Acero), tutte temporanee cessando generalmente a fine marzo; la risorgenza Vurvone è più costante ed eroga acqua talora fino a metà agosto; l'Acero è impetuosa ed insieme con la Vrotta raggiunge portata massima di 0,5-1 m³/sec. Il fosso Mastro riceve sulla sinistra del basso corso due affluenti: il fosso la Starza e quello di Valle Fontane; quest'ultimo ha alla testata due sorgenti perenni, a m. 716, sotto al M. Caruso: la Font. Nuova e la Font. Vecchia, fra i massi al piede di una parete di 16 m., con portata minima in settembre. Unico affluente di destra del fosso Mastro, è quello proveniente dalla risorgenza del piccolo bacino dell'Ovizzo di Falvaterra che si trova a 25 m. sul liv. d. pianura, 30 m. a sinistra sotto alla mulattiera per Fal-

vatterra. Questo bacino secondario, a quota 260, compreso fra i M. La Finocchiarà e Cervaro, di ca. 1 Kmq., presenta due inghiottitoi dei quali uno a stretta voragine penetrabile al termine di un fosso, e l'altro in fondo ad una cavità in via di riempimento progressivo già da 5 anni (40). Anche qui per la scarsa capacità degli inghiottitoi, si forma d'inverno un lago profondo da m. 1 a 3,20 che dura fino a 15 giorni. Le acque del bacino di Pastena (fosso Mastro) confluiscono nel IF. Sacco: penetrano nel M. S. Cataldo attraversandolo nella grande grotta del Pertuso (grotta di Pastena) e tornano a giorno alla risorgenza dell'Obbuco sul versante opposto, dopo Km. 1,6 di percorso sotterraneo.

28 La - GROTTA DI PASTENA (fig. 11) — n. Chiavica dell'Acqua; il Pertuso, gr. di S. Cataldo - *Loc.* Pastena-Falvaterra - *alt.* 900 m. a S della cima di M. S. Cataldo - *F.°* 160 - III NO (Pico) - *qm.* 196 - *lm.* 1150 - *lm.* 530 (livello super); 300 (livello infer.) - *pm.* 50 (fra la parte più alta del ramo superiore e la più profonda dell'inferiore) - *p. int.* 12 - *esp.* C.S.R. (C. Franchetti, S. Datti, P. Pietromarchi, Zileri, Dusmet, Cossilla) 25/IV; 6/VI/1926 - *rit.* C. Zileri; P. Pietromarchi; A.G. Segre - *bibl.* (7)* (11)* (16) (29) (36) (40) (43) (44) (270) (284).

L'esistenza della grotta era nota da tempo localmente e così anche la risorgenza dell'opposto versante come ricordato da antica leggenda (241 b). Si apre con grandioso portale (Tav. VIII-1) che immette nel salone d'ingresso alto 25 m. e lungo una sessantina, cosparso di ciottolame con grandi banchi fangosi appoggiati alla parete sinistra. Dopo una piccola diga artificiale ha inizio il livello inferiore attivo. Le acque precipitano con salto di 10 m. in un salone domiforme con lago circolare, profondo normalmente 3 m., alimentato perennemente da acque sgorganti ad un terzo livello più profondo provenienti dal drenaggio della conca; d'inverno il livello si alza notevolmente come mostrano le strisce fangose sulle pareti. Dopo uno stretto ed alto passaggio con tracce di eversione, si presenta il più vasto ambiente della grotta con due laghetti e belle concrezioni a vaschetta. Poi si restringe a formare ambiente allungato con profondo lago: una galleria laterale alta e asciutta si ricongiunge al condotto principale che termina ad un ambiente ampio; questo è diviso da un sifone (cm. 80 x 50), transitabile ad acque magre, con lago contornato da greti ciottolosi, in fondo al quale è un sifone S sempre sommerso.

La gr. superiore, antico percorso abbandonato è inondata solo eccezionalmente. Inizia a corridoio in lieve discesa, adorno di belle stalattiti rossastre. Dopo circa 200 m. termina ad un laghetto fari-

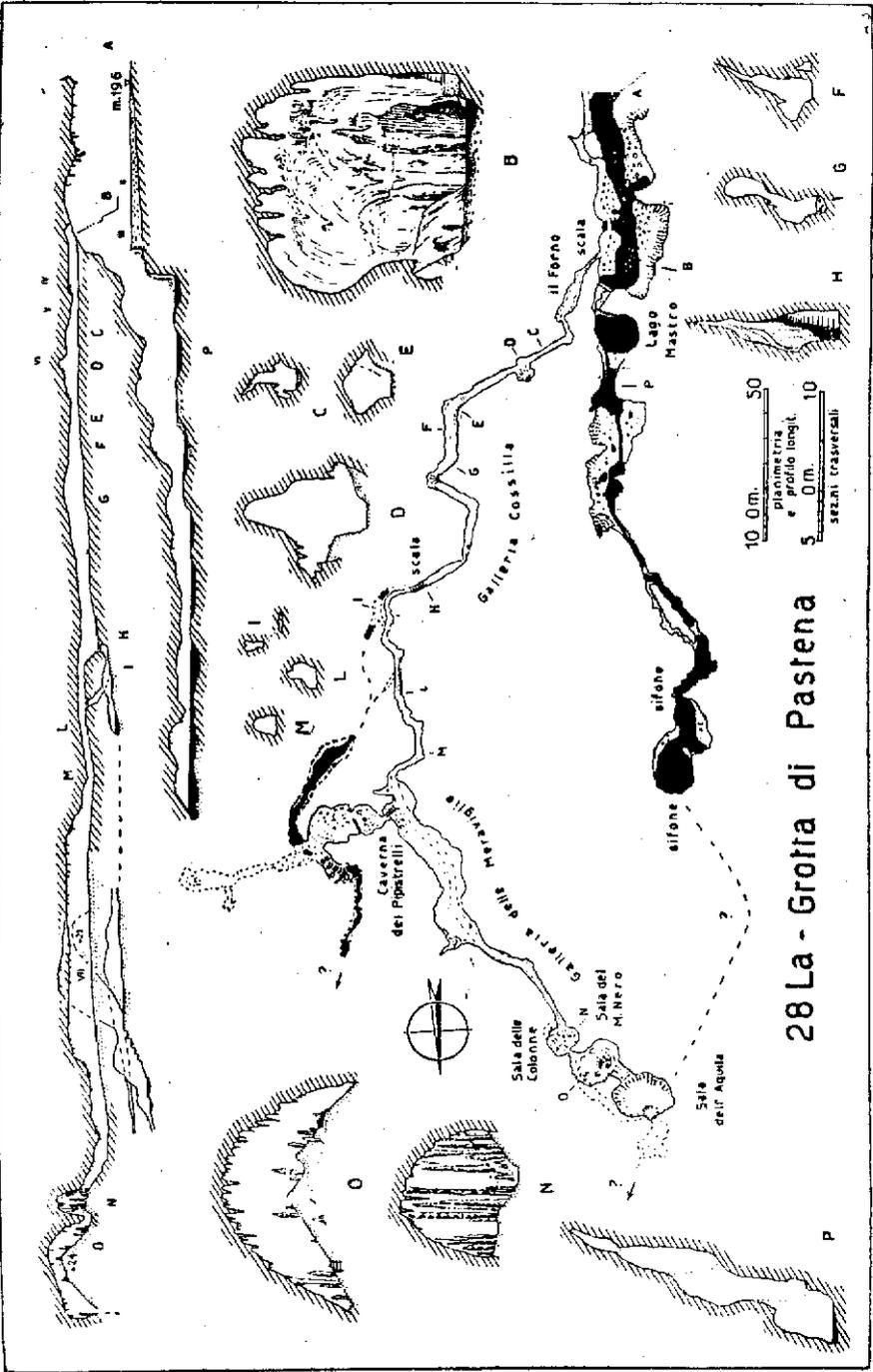


Fig. 11.

goso. Un'apertura a destra in alto permette di proseguire per tortuoso e basso cunicolo: verso S sbocca nella precedente galleria; verso N si restringe e, dopo m. 150 si allarga in grande galleria (gall. delle Meraviglie, Tav. VII-3), spaziosa, con stalagmiti multiformi e concrezioni bellissime. A destra s'apre la Sala dei Pipistrelli alta una ventina di m. a fondo imbutiforme di fango e guano, prof. m. 20, da cui partono tre ramificazioni: in quella di mezzo, in salita, si percepisce rumore d'acqua corrente. Quella a destra è occupata da un lago. Quella sinistra, in discesa s'allarga successivamente, con belle concrezioni: è attraversata da un rigagnolo scorrente fra una serie di vaschette. La galleria principale prosegue bellissima; alla fine si restringe in tre punti fra i quali s'allarga singolarmente formando tre grandi sale. Nella prima minore (Sala delle Colonne), vi sono numerose colonne scalariformi e ritorte stalagmiti alte fino a 5 m. La seconda, più ampia (m. 45×30), col suolo fangoso, ha una vera foresta di stalagmiti (Tav. VI-2) che si innalzano su una collinetta di fango e guano (sala del M. Nero). Nell'ultima, il terreno in ripida discesa termina con un profondo pozzo fangoso.

Fauna: tricoteri, coleotteri, in massima parte di provenienza esterna; molluschi (*Goniodiscus rotundata* Müll.); crostacei (*Niphargus* sp.); chiroterri. Durante la I esplorazione furono visti dei grossi roditori (sp. ?) che non furono catturati.

17 La - RISORGENZA DELL'OBBUCCO (Tav. VII - 4). — n. 'Obbuco; 'Obucco; 'Obico - Loc. Falvaterra - *sit.* 450 a NE di M. S. Cataldo - F.° 160 - IV SO (Ceprano) - *qm.* 160 - *Portata*: il 10/3/35: lit./sec. 1190 - *bibl.* (11) (108).

Ha regime assai variabile in rapporto alle piene che si manifestano nel fosso Mastro del quale è la risorgenza: innanzi è un laghetto artificialmente formato con piccola diga. Al di là del sifone, che può superarsi per un foro nascosto dalla vegetazione, c'è una piccola grotta con altro sifone; questo fu superato a nuoto solo una volta nel 1930 (Dusmet) e fu intravista un'ampia caverna che va a collegarsi con quella opposta di Pastena.

173 - GROTTA DI CIMA ALTA -- Loc. Pastena - *sit.* sulla sella tra il costone NE di M. Schierano e quello SO di Cima Alta - F.° 160 - III NO (Pico) - *qm.* 745 - *lm.* 10 - *pm.* 5,20 - *esp. rel.* Realacci 1946 - *bibl.* (40).

Ingresso a pozzo; con forma a calza. Fondo detrico con terra rossa e due brevi cunicoli; qualche stalattite.

159 - POZZETTO DI SELLA DEL CAVALLO — *Loc.* Pastena - *sit.* 0,5 Km. a SO di M. Schierano - *F.º* id. - *qm.* 780.

20 La - INGHIOTTITOIO DELL'OVIZZO I (fig. 4) — *n.* La chiavica Nuova - *Loc.* Pastena - *sit.* m. 200 a SO da Pastena - *F.º* id. - *qm.* 250 - *pm.* 33 - *esp. ril.* C.S.R. (Franchetti, Datti, Botti) - *bibl.* (11)* (40).

Voragine con andamento tortuoso verso NE; qualche diramazione. È larga fino a m. 10. Il suo ingresso è stato per buon tratto (m. 4,5) rivestito da muratura in modo da trattenere il terreno che ne ostruirebbe il lume.

160 - INGHIOTTITOIO DELL'OVIZZO II — *n.* La Chiavica Vecchia - *Loc.* Pastena - *sit.* a pochi m. dal precedente, a destra del collettore della piana - *F.º* id. - *qm.* 232 - *pm.* 6 - *bibl.* (40).

Pozzo ostruito dai detriti: alcuni cunicoli nelle pareti comunicavano con l'Ovizzo I.

161 - GROTTA DEL CANE — *Loc.* Pastena - *sit.* m. 800 NO da M. Cimite, al suo piede nella piana d. Ovizzo - *F.º* id. - *qm.* 261 - *pm.* 12.

Piccola apertura nascosta dai rovi, ostruita.

162 - POZZO DELLE CANNAVINE — *n.* Gr. delle Cannavine (= da canapa) - *Loc.* Pastena - *sit.* 400 m. SO da Pastena - *F.º* id. - *qm.* 257 - *pm.* 3,5 - *bibl.* (40).

163 - GROTTA DELLE RAVESCIURIE — *n.* = rocce lisce - *Loc.* Pastena - *sit.* Pendici N di M. Cimite, a 400 m. dalla Vrotta, presso il sentiero degli uliveti di S. Angelo - *F.º* id. - *qm.* 280 - *bibl.* (40).

Piccola grotta.

164 - RISORGENZA DELLA GROTTA — *n.* La Vrotta - *Loc.* Pastena - *sit.* 1 Km. ca. E da Pastena - *F.º* id. - *qm.* 205 - *lp.* 12 - *esp. ril.* Rea-lacci 1946 - *bibl.* (40).

Piccola grotta alle falde N del M. Cimite; in lieve salita, formata da un solo ambiente alto m. 8, largo 3,5. Termina con piccolissimo sifone asciutto d'estate, dopo una strettoia fangosa.

165 - GROTTA DI M. CARUSO — *Loc.* Pastena - *sit.* sul costone NE di M. Caruso, a 400 m. dal sentiero delle Fontane, in direz. d. vetta - *F.º* 159 - II NE (Vallecorsa) - *qm.* 755 - *Lm.* 6 - *pm.* 5,5 - *esp. ril.* id.

Ha due ingressi, il maggiore largo m. 0,8; alcune concrezioni rivestite da cianofeece; stillicidi scarsi.

166 - GROTTA DELLE FONTANE — *n.* Grotta della Fontana Nuova - *Loc.* Pastena - *sit.* sulle pendici di M. Caruso a 0,5 Km. dalle Fontane - *F.º* id. - *qm.* 716 - *lm.* 13 - *pm.* 6 - *esp. ril.* C.S.R. 1927.

Costituita da un'unica sala grossolanamente circolare, col fondo in discesa; larga m. 11, nel mezzo alta 6 m. con il fondo di pietrame: sul fianco O moltissime ossa recenti. Vi si perviene attraverso angusto ingresso (cm. 50) ingombro di sfasciumi, che dà in un largo corridoio fangoso. Alcune concrezioni sulla volta.

167 - GROTTA PERSICONE — *Loc.* Pastena - *sit.* presso il vallone Fontane, in località Massevia Persicone - *F.º* 160 - III NO (Pico) - *qm.* 570. Modesta grotta.

168 - ABISSO LA VÉTTICA (fig. 4) — *n.* Lu Sprofundo; pozzo di Fontana d. Croce - *Loc.* Pastena-Castro de' Volsci - *sit.* pendice N-NE di M. Caruso, pochi m. sotto al sentiero tra le Fontane e Font. S. Croce - *F.º* 159 - II NE (Vallecoasa) - *qm.* 685 - *pr.* 130 - *esp. ril.* C.S.R., (tentativi: A. Datti) IV-V/1927; VI/1930 - *bibl.* (11)* (270).

In una boscaglia di carpini aceri e rovi, con apertura larga m. 5, a pozzo. Alla profondità di 10 m. vi sbocca un rigagnolo che forma cascata. Fino a 130 m. di prof. è stata scesa con scala diretta, costantemente esposti al getto d'acqua; di qui fu illuminata per altri 50 m. senza scorgerne il fondo. A questa profondità l'abisso appare grandioso. A 10 m. di distanza vi è un orifizio minore, largo da m. 0,8 a m. 3,5 e sembra congiungersi a quello principale. È certamente una voragine profondissima. Molto più a valle a quota 140 vi è la sorgente Acquabianca che eroga fino a tutto agosto in forte pressione, e si ritiene sia in rapporto con la Vettica.

57 La - GROTTA SECCA — *Loc.* Castro de' Volsci - *sit.* a O, sotto la cima di M. Caruso - *F.º* id. - *qm.* 900 - *lm.* 10 - *esp.* C.S.R. 1927.

169 - GROTTA I DEL MONTAROZZO — *Loc.* Pastena - *sit.* a 200 m. dal fosso Mastro, sul versante S del Montarozzo - *F.º* 160 - III NO (Pico) - *qm.* 195 - *lm.* 13,5 - *esp. ril.* Realacci 1946.

Cavità allungata con qualche concrezione, asciutta d'estate. Questa, con le altre che si aprono nei fianchi del Montarozzo, costituiva uno degli antichi orifizi d'assorbimento delle acque della piana delle Macchie, oggi completamente inattivi.

55 La - GROTTA II DEL MONTAROZZO — *Loc.* Pastena - *sit.* 50 m. a destra della grotta I del Montarozzo - *F.º* id. - *qm.* 200 - *lm.* 11,2 - *esp. ril.* C.S.R. 1930.

Grotticella con concrezioni ed una colonna stalagmitica alta metri 3,4.

54 La - GROTTA DEI ROVI — *Loc.* Pastena - *sit.* pendici SE del Montarozzo - *F.º* id. - *qm.* 205 - *esp.* C.S.R. 1930.

15 La - GROTTA DELLA CAPANNOLA — *Loc.* Pastena - *sit.* 300 m. a E della grotta di Pastena - *F.º* id. - *qm.* 220 - *lm.* 20 - *pm.* 5 - *esp.* C.S.R. VI/1927 - *bibl.* (11).

Formata da un ambiente in ripida discesa terminante in galleria di qualche m., ostruita da fango. Ingresso piccolo e difficile a trovarsi; comunicava una volta con la grotta di Pastena.

16 La - GROTTA DEL CANE — *Loc.* Pastena - *sit.* 300 m. NO dalla grotta di Pastena; 200 m. NE da Casale Loreto - *F.º* 160 - IV SO (Ceprano) - *qm.* 250 - *bibl.* (11).

Ha un pozzo da cui si diparte una stretta galleria ingombra di detriti.

14 La - POZZETTO DI S. CATALDO — *Loc.* Pastena - *sit.* 50 m. a SO dalla sommità del M. S. Cataldo - *F.º* id. - *qm.* 340 - *pm.* 12 - *esp.* C. S.R. 1927.

Pozzo carsico difficile a rintracciarsi, stretto: sul fondo ostruito da pietrame, una bella stalagmite.

170 - INGHIOTTITOIO DELL'OVIZZO DI FALVATERRA — *Loc.* Falvaterra - *sit.* 600 m. E da Madonna delle Macchie - *F.º* 160 - III NO (Pico) - *qm.* 260 - *p.* 6 - *bibl.* (40).

Ingresso largo m. 0,8; dopo una strettoia di m. 0,4 riprende verticalmente volgendo a S.

Il bacino di Pastena confina a S coll'irregolare conca del PANTANO DI LENOLA (d) dove il fosso che gira sotto all'abitato scompare nell':

19 La - INGHIOTTITOIO DEL PANTANO — *Loc.* Lenola - *sit.* m. 420 a NE dal bivio sotto Colle S. Martino - *F.º* 160 - III SO (Lenola) - *qm.* 325 - *lm.* 7 - *esp. ril.* C.S.R. VI/1927.

In parte franato, impenetrabile. Da S vi giunge il fosso di Val Cimara che viene assorbito nel medesimo piano, a meno di 1 Km. dal precedente inghiottitoio. Più a S è il bacino di Campo Sarianni o Sariano, tipo di valle cieca, disposta a S allungata, collegata col piano del Pozzavello per mezzo di Valle Fosca, le cui acque s'inabissano nell'

9 La - INGHIOTTITOIO DEL POZZAVELLO (fig. 12). — *n.* Puzavéglie - *Loc.* Lenola - *sit.* 420 m. a SO del bivio di S. Martino - *F.º id.* - *qm.* 330 - *lp.* 150 - *pr.* 45 - *esp. rit.* C.S.R. (Datti, Franchetti, Pietromarchi) 1927.

L'ingresso si presenta come una fenditura bassissima e larga. In esso si alternano a strette gallerie quasi prive di concrezioni, profondi e larghi pozzi a marmitta di forma cilindrica. Ha un andamento tortuoso: è un tipo di stretta grotta d'interstrato interrotta da salti là dove si incontrano diaclasi. Sono frequenti le tracce d'evorsione e le marmitte: a questo tipo appartengono i pozzi assai lisci e regolari. Le acque tornano a giorno alla distanza di 760 m. in linea d'aria, 106 m. più in basso, alla

10 La - RISORGENZA DELL'ARNALE — *Loc.* Lenola - *sit.* 420 m. a S della Madonna delle Grazie - *F.º id.* - *qm.* 224 - *lm.* 20 - *esp. rit.* C.S.R. VI/1927.

Piccola grotta con un sifone alla fine di un laghetto che impedisce di procedere.

I bacini del Pantano e di Campo Sariano comunicano tra loro per un'insellatura attraverso cui la Val Cimara ha quasi catturato il fosso che percorre Campo Sariano; tutti questi fossi confluiscono in un unico tortuoso condotto sotterraneo, esplorato solo in piccola parte; il suo andamento, riconosciuto in base alle osservazioni compiute, è individuato dai due inghiottitoi del Pantano di Lenola, del Pozzavello e dalla risorg. dell'Arnale. L'intero sotterraneo si svilupperebbe quindi per complessivi m. 1600.

Un altro grande bacino carsico, tra i M. Ausoni e gli Aurunci è quello di Campodimele con un ampio ed arcuato piano, esteso per 5 Km.

171 - INGHIOTTITOIO DI CAMPODIMELE — *n.* La Chiavica - *Loc.* Campodimele - *sit.* a NE poco sotto al bivio per il paese - *F.º* 160 - III NO (Pico) - *qm.* 361.

Profonda voragine che smaltisce le acque della vasta conca omonima.

172 - GROTTA DI VALLEFOSCA — *Loc.* Campodimele - *sit.* presso al bivio per Campodimele, in loc. Vallefosca - *F.º id.*

Caverna ampia con un laghetto.

Lo spartiacque cenfina con un'estesa regione in alto grado carsificata a lapiez, a vallecole con erosioni svariate, voragini e grotte,

che comprende una serie di 4 conche pianeggianti (Piana di S. Onofrio, P. Sorvello, P. Passaturo e Cisterna Grande o Valle Arcetta). A SE della piana di Campodimele, sotto al M. Faggeto (m. 1256), tra questo e M. Le Pezze, c'è una conca chiusa con relativo inghiottitoio (m. 720) nel mezzo; ad essa contiguo è il bacino di Piano del Campo-Campello (Tav. III-2) e, più oltre, l'allungata Valle Piana (1,5 Km.). Una parte delle acque assorbite da questi bacini viene restituita dalla risorgenza La Fonte a m. 455, sotto M. Veie presso la strada per Itri. Più a S e ad E sono i bacini chiusi degli Aurunci centrali: il Campello Vecchio (m. 827), la Conca dei Canali (Fraile) (m. 747), la Conca di Polleca (m. 690-640) a dossi carsici: da essa ha origine il fosso omonimo che scompare per breve tratto in località S. Onofrio. Il bacino detto La Valle (m. 1062), crivellato di doline è a N del M. Petrella e così anche Campo Faggeto e Valle Gaetano. Più a S si estende il valloide di Filetto-Gegne, eminentemente carsificato con doline, lapiez, ecc. Una parte delle acque provenienti specialmente dal Campello Vecchio, riescono alla sorgente Acquaviva alle falde di M. Ruazzo. Va notato a questo proposito come durante i lavori per la galleria ferroviaria della Vivola (96) (97) (98) presso Itri, sia stata incontrata una grande quantità di acque, la cui provenienza deve attribuirsi al drenaggio sotterraneo di queste e delle prossime zone carsiche tra Gaeta e Fondi.

CARSO E GROTTI LITORANEE TRA SPERLONGA E GAETA. — Il territorio tra Fondi, Itri e Gaeta, costituito da modeste alture (M. Cefalo m. 551), privo di sorgenti nell'interno, è inciso da valli aride e fossi; nella piana di Fondi s'innalzano alcuni hum dalle alluvioni palustri. La costa presenta promontori con alte falesie perforate da grotte (P.ta Capovento, M. a Mare, Torre Viola ecc.) alternati da lunghe spiagge (S. Agostino, Arenàuta, Sèrapo). Lembi di breccie grossolane si addossano ai rilievi costieri, modesto residuo dei detriti di falda che si estendevano per ampio tratto quando, durante la regressione post-tirreniana II°, la costa era più distante. Lungo il litorale, in particolare presso le grotte, scaturiscono numerose sorgenti (a Sperlonga di considerevole portata) (108) al liv. d. mare od anche un po' al disotto. I calcari liasici (e) somiglianti a quelli del Circeo, sono frastagliati da lapiez costieri molto sviluppati (Tav. I-4), pinnacoli e caratteristici faraglioni (quota 122 di M. Bazzano) forse residui, questi ultimi, di una paleomorfologia costiera modellata da un più alto livello marino pre-tirreniano (f). Le grotte, analoghe per morfologia

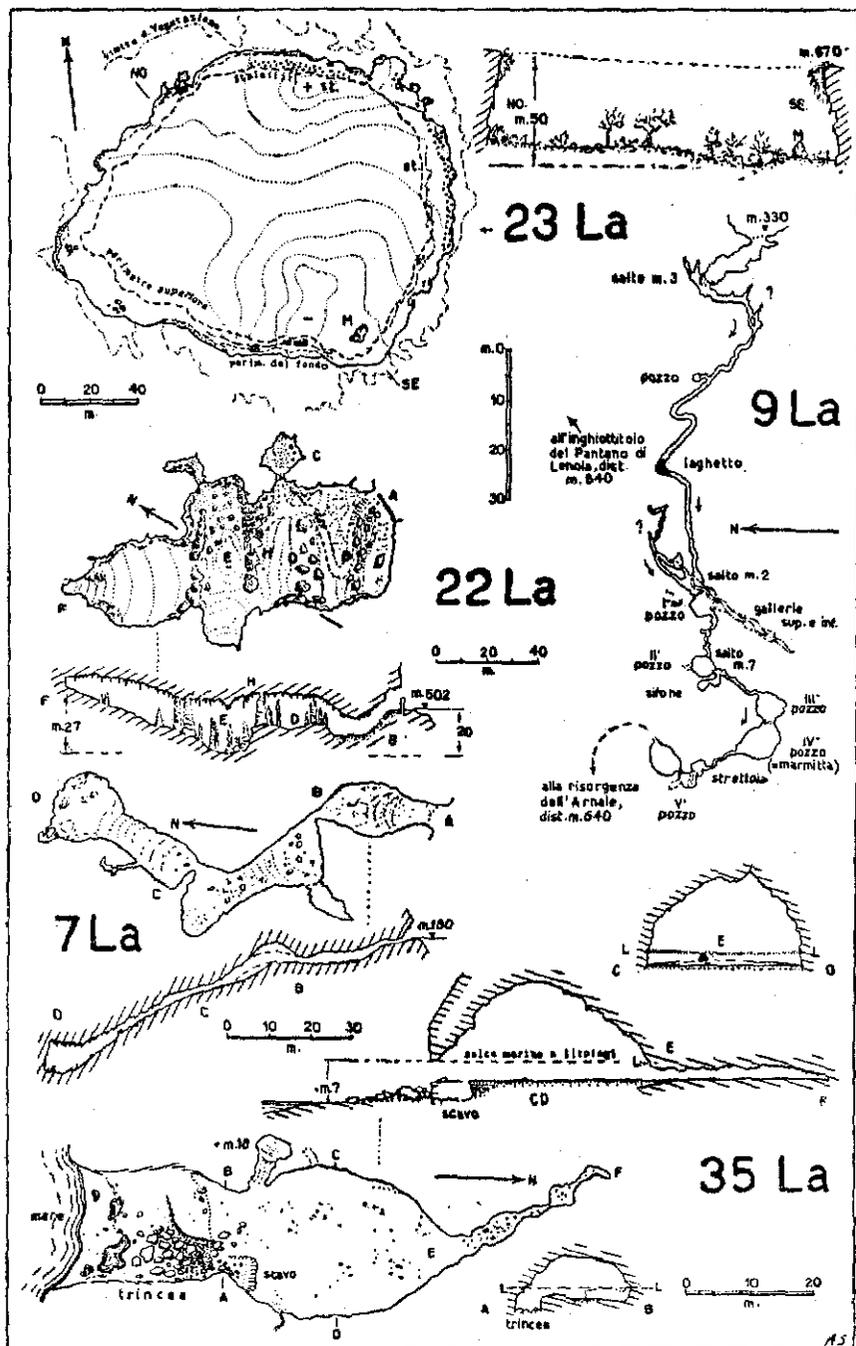


Fig. 12

A5

e stratigrafia pleistocenica a quelle circee, sono in parte marine in parte carsiche. Alcune per buon tratto demolite, altre sono scomparse lasciando qualche grande nicchia con stalattiti e residui sospesi del riempimento; altre hanno originato doline per crollo (dol. di fronte allo scoglio La Nave) nelle quali sono visibili ancora le aperture di cunicoli laterali; ovvero doline e semidoline invase dal mare come il Pozzo del Diavolo; le grotte più allungate, in stadio di avanzata rovina, hanno prodotto profonde e strette insenature ingombre di massi. 102 grotte sono al liv. d. mare o in sua prossimità, essendone separate solo dalla spiaggia antistante; altre, delle quali ne sono note per ora solo una ventina, stanno tra i 20 ed i 100 m. sul mare (g).

205 - GROTTA DI TIBERIO — *Loc.* Sperlonga - *s'it.* 1400 m. a SE di Sperlonga, sotto quota 88 - *F.°* 170 - I NE (Sperlonga) - *qm.* 1,5 - *lm.* 16 - *esp.* A.C. Blanc - *rid.* A.G. Segre 1947 - *bibl.* (108) (141).

Ampia caverna con volta alta 10 m. e larga all'ingresso 20 m., con qualche stalattite. Dista 30 m. dal mare: a pochi m. dalla battigia sgorgano due sorgenti semisepolte dalla sabbia, sommerse ad alta marea. Innanzi alla grotta s'innalza una bassa duna recente: all'interno ritocchi artificiali, ruderi di strutture murarie in parte ancora con l'intonaco, celle e cunicoli, indicano come in epoca romana (*opus reticulatum*) ed anche successivamente, questa grotta sia stata utilizzata per abitazione o forse come cantiere.

206 - GR. DELLA SPIAGGIA DI CAPOVENTO, nicchia lunga 3 m. con lembo di spiaggia tirreniana di interessante stratigrafia e terebrazioni di litodomi nella volta (141).

Altre 31 grotte si aprono lungo l'alta falesia di P.ta Capovento, delle quali 10 ad una certa altitudine. Alcune conservano potenti residui del riempimento breccioso post-tirreniano II con abbondante fauna (Equidi, Bovidi, Cervidi) e industria paleolitica in parte musteriiana (141). Al piede del pendio verso l'estremità orientale dell'arenile di S. Agostino, si trova la

238 - GROTTA DEL SERPENTE, *qm.* 4, con due vani: all'interno sgorga una sorgente (6) (241 b).

Molte altre grotte diaclasiche e nicchie seguono lungo la costiera del M. a Mare, tra S. Agostino e la spiaggia dell'Arenàuta. Lungo la falesia dietro l'arenile, numerose fenditure e grotte fra cui notevoli le

270-271 - GROTTE DELL'ARENAUTA — n. Arena alta - F.° 171 - IV SO (Gaeta) - esp. E. Tongiorgi.

Sono due grandi nicchioni con stalattiti, uno largo cupoliforme, l'altro più alto sotto le pendici del M. Cristo. Una grande duna, alta 15 m., si addossa alla montagna colmando buona parte delle due cavità che forse si internavano ancora. La serie delle grotte diaclasiche, in numero di 23, alcune alte, strette e profonde, continua fino oltre la Torre Scessura (=fessura); s'interrompe alla spiaggia Lariana per riprendere a T.re Viola. Alle falde del M. Lombone giace il

294 - POZZO DEL DIAVOLO — n. P. delle Aiate (h) - pm. 40 - Dm. 50 - bibl. (4) (6) (241 b).

Grande dolina puteiforme al liv. d. mare e da questo in parte modellata. Il perimetro super. quasi circolare, presenta pareti a picco: in alto a NO si scorge l'ingresso di una modesta grotta. Comunica col mare aperto per un canale accessibile con barca; l'acqua vi è profonda m. 8. È interamente scavato nel calc. del Lias medio.

Le grotte terminano in contrada Catena vicino a Sèrapo. Ricominciano alla base del M. Orlando (Gaeta), falesia dai grandiosi appiombi di oltre 100 m., traversata da 3 ampie fenditure (M.gna Spaccata). Vi si contano 20 grotte poco profonde, fin sotto l'abitato di Gaeta. Lungo i versanti marini delle alture situate tra Gaeta e Formia si trovano altre grotte ad una certa distanza dal mare:

319 - GROTTA DI M. DRAGONE — n. Spaccanze de Mondragone - sit. versante E di M. Dragone - F.° 171-IV SO - qm. 250 - lm. 50 - esp. F. Castaldi - bibl. (6).

Profonda diaclasi periodicamente invasa dalle acque di pioggia.

320 - GR. DI ATRATINA — n. Arenale Scurde (= oscura) - Loc. Elena - sit. versante E di Poggio Atratino - qm. 54 - lm. 20 - esp. F. Colonna - bibl. (183).

Gr. con deposito sabbioso, crostoni calc. al fondo e un laghetto di stillicidio.

321 - GR. DELLA GLIUSTRE — n. Arenale d. Gl. - Loc. id. sit. a metà del vers. SO d. Colle dei Capuccini - bibl. (6).

Profonda e ampia con numerose concrezioni e depositi brecciosi.

322 - GR. DI CALEGNE — *n.* Arenale de C. - *Loc. id.* - *sit. vers.* N d. Colle d. Cappuccini - *bibl.* (6).

Modesta caverna.

323 - GR. DEI BRIGANTI — *Loc.* Elena - Formia - *sit.* base di M. Conca - *qm.* 2 - *lm.* 19 - *bibl.* (19).

Mediocre ambiente alto 6 m.

324 - GR. OCCIDENTALE DI M. CONCA — *Loc. id.* - *sit.* cava di calcare alla base di M. Conca - *qm.* 2,5 - *lm.* m. 28 - *pm.* 20 - *p. int.* 18,9 - *esp.* N. Aletta 1929 - F. Castaldi - *ril.* F. Castaldi 1938 - *bibl.* (6) (77) (274).

Caverna ellissoidale, larga m. 15, con volta di 13 m. Ha due ingressi con salti di 18 e 9 m.; al fondo grossi blocchi. Prosegue con una diramazione a fondo argilloso nella quale scorre un rigagnolo. Per la piccola estensione della cavità la temperatura interna segue le oscillaz. esterne (1).

325 - GR. ORIENTALE DI M. CONCA — *Loc. id.* - *sit. id.* - *qm.* 2 - *lm.* m. 35 - *pm.* 5 *esp.*, *ril.*, *bibl.* id.

Ampia caverna, larga 18 m. con volta di 20 m. Fu messa a giorno, come la precedente, durante lavori di cava. È illuminata quasi ovunque dalla luce esterna; al fondo massi e detriti formano conoide in parte cementata. Di fronte all'ingresso alcuni cunicoli sboccano in angusta cavernetta dove s'apre un pozzetto profondo. La volta formata da breccia a grossi elementi è sfondata in più punti. Numerose colonne stalagmitiche e pisoliti.

Sulle pendici NE del M. Conca, verso quota 140, esistono due cavità a fossa allungata (5) (6); quella orientale, ha pareti parallele: *lm.* 10 - *pm.* 9-13 - *Dm.* 8 - *dm.* 2. Quella occidentale: *lm.* 26 - *pm.* 11, con folta vegetazione di pteridofite.

NOTE

- 1) MODERNA P. - Note geologiche sulla catena dei Lepini, degli Ausoni, e sul promontorio Circeo (*Com. Geol.*, 44, 1; 1941).
- MELLI R. - Breve relazione sulla qualità delle rocce incontrate nella perforazione della galleria di Montorso dall'imbocco Napoli fino alla progressiva 1780 m. (Roma, 1903).
- 10) - Presentazione alla Soc. Geol. It. d'una ippurite rinvenuta nella perforazione della galleria di Montorso sotto Sonnino (Roma 1909).
- SIGNÈ C. - Esame geognostico della galleria di M. Orso (linea dir. Roma-Napoli) per la vertenza insorta fra l'amministrazione FF. SS. e l'impresa costruttrice (Roma, 1908).

- CORRADI C. - *Geognostical studies preliminary to the construction of the Express-Line from Rome to Naples* (Atti d. World Engin. Congress Tokyo, 1929).
- (b) FRANCHI S. - *Alcuni fatti a documentazione dei carreggiamenti della valle del Liri* (Com. Geol., 48, 9; 1920-21).
- id. - *Il grande slittamento delle masse calcaree secondarie dei monti Ausoni e Lepini sui terreni miocenici della valle Latina* (Lincei Rc., 33; 1924).
- id. - *Sulle falde di ricoprimento del preappennino Campano-Laziale* (Lincei Rc., ser. V, 33; 1924).
- GRZYBOWSKY J. - *Contributo agli studi sulla struttura geologica dell'Italia Meridionale* (B. S. Geol. It., 40; 1921).
- DE STEFANI C. - *Il supposto carreggiamento di S. Giovanni Incarico e Faloalerra* (Linc. Rc., ser. V, 32; 1923).
- PRINCIPI P. - *Osservazioni sui terreni terziari del Lazio meridionale* (S. Geol. It., 57; 1938).
- NOVARESE V. - *La Valle Latina* (in: Mem. descr. C. geol. d'It., 20, pag. 95, Roma, 1924).
- (c) Notizie fornite gentilmente dall'ing. C. CORRADI dell'Ufficio Sperim. delle FF. SS.
- (d) Questo lago, quando forse era già divenuto pantano o manifestazione temporanea, trovasi indicato nella carta del 1730: *Gli Stati del S. Pontef. chiamati il Patrim. di S. Pietro ecc.... delin. da MATTEO SCOTTIERO, di S. M. Imper. geografo in Augusta.*
Nella stessa carta è disegnato anche un lago a Lenola in corrispondenza alla località attualmente detta « *il Pantano* ».
- Ora qui vi non si verificano più permanenze di acque; alcuni secoli fa invece dovevano ripetersi, e con una certa costanza, estesi allagamenti durante l'inverno.
- (e) CASSETTI M. - *Nuove oss. geol. sui monti di Gaeta* (Com. Geol. 31, 1900).
- (f) SEGRE A.G. - *Tracce di morfologia subaerea sul fondo marino tioranico del Lazio meridionale* (Hist. Nat., 3, Roma 1949).
- (g) Queste grotte ed il loro riempimento pleistocenico, in corso di esplorazione da parte dell'Ist. It. di Paleontologia Umana (III) saranno illustrate in altro lavoro.
- (h) Dal nome di uno sparide (Oblata melanura Linn.) che vi è frequente.
- (i) Misure 1936-37 (6): max. esterno 27°9 Co interna 18°2 (25/VI) — min. esterno 26°0 Co interno 17°0 (23/VI).

CAPITOLO IX

GRÖTTE DEL PROMONTORIO CIRCEO

Il Circeo è visibile da grande distanza per la posizione isolata all'estremo S della regione Pontina, limitato a N da terreni pianeggianti (alti al massimo 18 m. s.l.m.) Il versante marino è più scosceso e nella loc. Precipizio presenta grandiosi dirupi. Raggiunge la max. elevazione all'estremità O con la P.ta di Circe (m. 541); varie sommità, gradatamente meno alte seguono verso E, lungo la dorsale (a) terminando al colle di S. Felice (m. 92). Il Circeo, lungo K. 5,5 con superficie di Km² 11,4 (tra la linea d'impulvio Rio Torto ed il mare) è costituito nella sua massa principale da calcari compatti cristallini bianchi del Lias infer. e calc. dolomitici grigi a terebratule, rhyconelle e gasteropodi del Lias medio: i primi più potenti dei

secondi, con immersione media di 40° NE. Ad essi, nella parte più orientale presso S. Felice, si sovrappongono in discordanza lembi del complesso calcareo-marnoso miocenico medio (Langhiano) e argilloso-arenaceo del Mioc. sup. Perifericamente, lungo alcuni tratti di costa, si appoggiano alle predette formazioni dei lembi cospicui di breccia calcarea durissima, ad elementi angolosi, talvolta minuti, tal'altra di rilevante grossezza a cemento rossastro; questi, rappresentano i resti di una fascia di conii detritici che s'addossavano alle falde del promontorio sul versante S: l'azione del mare ne ha demolito buona parte, risparmiando alcuni lembi presso S. Felice e altri più considerevoli lungo la costa. Tali brecce, attribuite genericamente al quaternario antico (b), debbono riconoscersi, per lo meno in parte, come coeve del Würmiano: alcune osservazioni concernenti la sovrapposizione di detta breccia alla spiaggia fossile tirreniana II^a (grotta dell'Impiso ecc.) non lasciano dubbi sulla loro posizione cronologica più recente (134) (159). Il retroterra a N è costituito dalla duna rossa pleistocenica rivestita da macchia; un doppio cordone litoraneo di sabbie recenti, alto una diecina di m., si prolunga dal Circeo verso Terracina e verso Anzio (Tumoleti di Paola); lungo di essi è disposta una serie di laghi costieri salmastri (L. di Paola, Fogliano, ecc.). Il Circeo ha potuto facilmente essere scambiato per isola dai naviganti: in tal senso vanno interpretate le allusioni fatte da Omero, Teofrasto, Virgilio e le deduzioni di Plinio (c), che successivamente furono da molti prese alla lettera (295) (366) (368) (b). L'insularità del Circeo ebbe termine dopo l'ultimo interglaciale Riss-Würm come hanno chiarito i recenti studi del Blanc. La struttura tettonica è rimasta a lungo controversa: secondo l'interpretazione più antica (b) il Circeo sarebbe circoscritto da tre faglie delle quali una parallela alla costa, e due ad essa normali. Nel suo insieme il complesso liasico a disposizione monoclinaloide formerebbe una sinclinale e una debole anticlinale ad assi paralleli alla costa, formanti una S appiattita e coricata. Il Rovereto (d) (f) interpreta il Circeo come fronte di una massa carreggiata con radici negli Ausoni presso Terracina. Il Crema (e) lo considera semplicemente come una zolla monoclinale sollevata a sud. In realtà rappresenta l'unico affioramento del massiccio limitante a occidente la Fossa Pontina. Una piega-faglia con notevoli fenomeni di sovrascorrimento interessa la zona compresa fra Torre Fico e la sorgente Mezzomonte, diretta a NO, obliquamente all'asse orografico, con vergenza a NE. Anche il Maxia ha accennato di recente ad una struttura di questo tipo (f). Le principali formazioni geologiche, morfologica-

mente ben distinte sono i calcari dolomitici del Lias medio formanti la dirupata scogliera sommitale; ad essi contrastano i sottostanti calcari criptocristallini del Lias inf. a moderata pendenza sul versante continentale e precipiti sul mare (falesia del Precipizio). A levante i lembi neogenici rivestono le alture cui si affiancano qua e là scarpate brecciose, sporgenti a tetto sulla costa dove sono state scalzate dal moto ondoso.

Al Circeo si conoscono 32 grotte distribuite in tre distinti tratti costieri eccezion fatta per la grotta Guattari, distante un centinaio di metri dal mare: 15 sono alla base del Precipizio, 4 nella zona centrale presso il Faro, e le rimanenti lungo un breve spazio a O di Torre Fico. Riunite in gruppi, raramente isolate, sono talora inter-comunicanti per fenditure più o meno accessibili; alcune scavate nel calcare del Lias inf. altre nella breccia pleistocenica. Sono cavità idrograficamente inattive, con scarsi stillicidi. Di limitate dimensioni, constano di un unico ambiente più ampio modellato dall'azione dinamica del mare Tirreniano I, Tirreniano II (gr. Guattari, gr. Elena, ecc.) e attuale, cui si accompagnano brevi e stretti cunicoli in diaclasi. Solo eccezionalmente presentano ramificazioni pur sempre modeste come la gr. delle Capre. Molte sono in via di demolizione ad opera dei flutti; di alcune non rimane che la parte terminale (gr. Aperta). Altre infine sono ridotte a semplici nicchie quali meno, quali più profonde (gr. dell'Impiso) o a insenature ingombre di pietre. Una cavità considerevolmente alta sul mare, più antica delle precedenti, è quella completamente riempita da concrezione alabastrina non molto tempo addietro coltivata come cava (196). Intorno alle grotte che certo esistono sull'opposto versante, nulla sappiamo per l'ingente dedrito di falda in parte breccioide che le nasconde. Le grotte circee sono comprese entro una fascia di 20 m. sul mare, quali alte, alcune sensibilmente allo stesso livello, altre parzialmente al disotto; alcune si internano nel monte di più, altre meno. I riempimenti pleistocenici furono quindi asportati completamente in quelle invase dal mare (gr. Azzurra, ecc.) oppure in parte risparmiati nei luoghi protetti. Di queste grotte in corso di dettagliato studio paleontologico e stratigrafico da parte del prof. A. C. BLANC, sarà trattato in altra sede; qui se ne espone solamente l'elenco con qualche notizia sommaria.

GROTTE COSTIERE SOTTO AL PRECIPIZIO — F.° 170 - SO (M.
Circeo) - *bibl.* (123) (124) (134) (140).

175 - GROTTA DI TORRE PAOLA, alta diaclasi di 40 m.; contiene depositi detritici.

176 - GR. APERTA, residuo estremo di caverna demolita dal mare.

177 - GR. DELL'ISOLOTTO, ridotta a grande antro, presenta la massima altezza all'ingresso. Dinanzi si stende una soglia sottomarina con grandi massi franati dalla primitiva grotta; completamente vuotata dal mare.

178 - GR. DEL BOMBARDIERE, marina.

179 - GR. BREUIL, a 6 m. sul mare. Nel potente lembo di riempimento pleistocenico della parte più interna furono trovati resti di rinoceronte, cervidi, ecc. ed industria mesolitica (134). All'ingresso blocchi di frana.

180 - GR. DELLA MAGA CIRCE, grande ambiente domiforme di una quarantina di metri, con apertura superiore ed altra sul mare, che ne ha quasi distrutto il riempimento.

181 - GR. DEI BOMBARDIERI, con riemp. detritico.

182 - GR. DEL RIMBOMBO, stretta e alta con riemp. detritico.

183 - GR. DEI TRE LUIGI, diaclasi obliqua con riemp. detritico.

184 - GR. ANNA, con riemp. detritico a fauna e industria paleolitica.

185 - GR. DELLA FESSURA, diaclasi con riemp. detritico e solco a litodomi.

186 - GR. DELLE PALME, stretta e alta con riemp. detritico.

187 - GROTTA SOSPESA, a qualche m. sul mare.

188 - GR. DEI PESCI, diacl. larga 10 m. con scarso riemp. detritico.

189 - GR. DELL'ALABASTRO, aperta nella breccia a SE sotto alla cava di alabastro.

COSTA CENTRALE DEL CIRCEO (COSTA DEL FARO) — F.° 170 - IV SO (Monte Circeo) - *bibl.* (123) (133) (134) (135).

190 - GROTTA O. DI TORRE CERVIA, bassa, profonda invasa dal mare.

191 - GR. E. DI TORRE CERVIA, id.

192 - GR. DELL'ACQUARIO, ai piedi di Torre Cervia, bassa con strati detritici a fauna pleist. e ind. paleolitica.

193 - GR. DEL FARO, a E del Faro, modesta.

GROTTE DELLA COSTA ORIENTALE — F.° 170 - IV SE (S. Felice Circeo).

194 - GROTTA DEL FOSSELLONE — n. Fossellone o Buco - *sit.* 340 m.

O da gr. d. Capre - *qm.* 0 - *lm.* 68 - *pm.* +15 - *esp.* A.C. Blanc 1935 - *rel.* A.G. Segre 1947 - *bibl.* (133)* (134) (135)*.

La volta è in buona parte crollata originando ampia cavità puteiforme allungata, separata dal mare da un'arcata naturale, antico ingresso della grotta. Alla sua destra si internano tre antri secondari con un livello stalagmitico sospeso; il riempimento contiene industria musteriana, aurignaciana (135) e resti di rinoceronte, bovidi, cervidi, equidi, ecc. (135). Una buona parte del riempimento rimasto forma ripido pendio: alla sommità fu aperto, durante gli scavi del BLANC, uno stretto passaggio che mena ad un'ampia caverna (gr. ELENA) con belle concrezioni a vaschette. Le pareti sono qua e là perforate da litodomi ed al centro della volta s'apre una cospicua marmitta inversa. In questa grotta furono raccolte lame paleolitiche, ossa di stambecco e di marmotta: rimase chiusa definitivamente per il franamento della volta antistante, fino alla recente riapertura.

82 - GROTTA DELL'IMPISO — *n.* a causa di una grossa stalattite che ricorda la sagoma di un impiccato - *bibl.* (123) (134) (270) (279) (308) (310) (318).

Di profondità ridotta, ha le pareti e il fondo scavati nel calc. liasico inf. mentre la volta è di breccia quat. sporgente a tetto. Nel fondo, tra calcare e breccia sono compresi resti di spiaggia tirreniana.

35 da - GROTTA DELLE CAPRE (fig. 12) — *n.* per gli scogli (= capre) che sono innanzi (361) ovvero per le capre che vi si ricoveravano (37) - *Loc.* S. Felice - *stt.* 750 m. ISO da Torre Fico - *qm.* 3 - *lm.* 65 - *esp.* Issel 1880; Moro 1885; A.C. Blanc 1935 - *Rel.* A.G. Segre 1937 - *bibl.* (32)* (37) (133)* (134) (270) (279) (291) (295)* (296) (308) (318) (322) (335) (345) (348) (361) (366) (368)*.

Spaziosa caverna a salone cupoliforme alto 15,5 m. dalla cui estremità NO si prolunga uno stretto corridoio orizzontale, sassoso nel primo tratto, lungo 28 m., dimensioni molto esagerate nel passato (37) (b). A sinistra dell'ingresso s'innalza un ripido braccio parzialmente riempito di terra proveniente da fessure della volta. Ossa recenti e qualche coccio incrostato d'età romana furono trovati in uno strettissimo cunicolo a destra, discendente verso il mare. Sulle pareti tutto in giro ad un'alt. di circa 2 m. sul suolo della grotta, si osserva il solco marino Tirreniano II con fori di litodomi. Il riempimento pleistocenico costituito di sabbie, terre con ossa e industria paleolitica, blocchi rocciosi, livelli stalagmitici (32) (133), raggiunge m. 2,70 di spessore ed è coperto da crosta stalagmitica

che forma il pavimento della caverna. Una depressione a trincea, ingombra di massi, lunga una ventina di metri tra la grotta ed il mare, lascia supporre l'antica esistenza d'un prolungamento anteriore.

195 - GROTTA AZZURRA — *lm.* 30 - *bibl.* (134) (309). Grotta marina ampia con apertura bassissima.

196 - ANTRO poco profondo.

197 - GR. DEL PRESEPIO. Ha un cospicuo riempimento con industria musteriana, coperto da stalagmite.

198-199 - PICCOLE GROTTI vicine alle precedenti.

200 - GROTTA DEL CERVIDE, stretta e profonda invasa in parte dal mare. Lembi di riempimento breccioso con ossa di cervidi in fondo.

202 - GROTTA STEFANINI -- *sit.* sotto Torre Fico - *esp.* A.C. Blanc 1938 - *bibl.* (134).

Contiene un residuo di riempimento ben stratificato, con industria paleolitica e resti di bovini.

203 - GROTTA GUATTARI -- *sit.* 580 m. a E di S. Felice presso Villa Guattari - *qm.* 6 - *lm.* 28 - *pm.* 1,5 - *esp.* A.C. Blanc 25/II/1938 - *rit.* A. G. Segre 1947 - *bibl.* (123) (124) (127)* (128)* (129)* (131) (137)*.

Fu scoperta durante lavori di cava alla base di una collina, estrema propaggine orientale del Circeo. È formata da tre ambienti intercomunicanti, con volta bassa (alt. 4,5 m.). Il suolo del primo è letteralmente coperto da ossa fossili (*Equus*, *Hippop.*, *Bos*, *Cervus*, *Jaena*) rivestite da concr. coralloidi; l'ambiente successivo (antro dell'Uomo) conserva un meraviglioso paleosuolo sul quale, in un rozzo cerchio di pietre fu scoperto il noto cranio Neandertaliano, una mandibola, e industria musteriana (127) (128) (131). Nel terzo ambiente sono alcune stalagmiti con un laghetto da stillicidio. Quando fu aperta, la grotta era umidissima con temperatura elevata. Fu invasa dal mare Tirreniano che vi lasciò i suoi depositi.

Durante la successiva emersione, analogamente alle altre grotte litoranee, si è venuta colmando di detriti finchè l'ingresso si trasformò in angusto cunicolo; esso fu chiuso precocemente dal pietrame franato dal pendio della collina, cementatosi poi in breccia. La grotta fu alternamente frequentata dagli animali e dall'uomo; rappresenta il primo, e fino ad oggi unico esempio conosciuto di una grotta il cui suolo fossile musteriano si sia conservato integro fino a noi rimanendo isolato dal mondo esterno (128).

NOTE

- (a) Le altre elevazioni sono da O verso E: Sommità di Vasca Moresca, M. di Torre Vecchia, Sommità di Valle Caduta, Cretarossa o Rocca Circeja, M. del Telegrafo o Ciccello, Cittadella o Crocetta, Guardia d'Orlando, e Monticchio.
- (b) VIOLA C. - *Il M. Circeo in prov. di Roma* (Com. Geol., 28; 1896).
 DI STEFANO G. - *Sul promontorio Circeo* (S. Geol. II., 12, 518; 1893).
 MELI R. - *Escursione a Terracina e M. Circeo* (Ann. Scuola d'Applic. Ingegn., Roma 1894).
- III. - *Sopra la natura geol. dei terreni rinvenuti nella fondaz. del sifone che passa sotto il nuovo canale diversivo per depos. le torbide dell'Amaseno* (S. Geol. II., 13, 43; 1894). V. anche BROCCINI (295).
- (c) «*Circeos quondam insula immenso quidem mari circumdata ut creditur Homero, et nunc. planitie*» (PLINIO, *Hist. Nat.*, lib. III, c. V).
- (d) ROVERETO G. - *Sulle condizioni tettoniche del prom. Circeo* (Lincei Rc., 33, 1924).
- (e) CREMA C. - *Consider. sull'approvvigionamento idrico di S. Felice Circeo* (Atti III Congresso Naz. Studi Romani, Bologna 1935).
- (f) MAXIA C. - *Sulla tettonica del M. Circeo* (Lincei Rc., ser. 8, 432; 1947).
 ROVERETO G. - *Sulla tettonica del prom. Circeo e sulla influenza della gravità sulla orogènesi* (Lincei Rc., ser. 8, 4, 383; 1948).
- (g) Furono in parte visitate da G. CAPPONI nel 1854 (308).

CAPITOLO X

CARSISMO CERITE E TUSCO-ROMANO - (N e S DI ROMA)

La vasta regione compresa tra le falde dell'Appennino e il Tirreno, dai M. Lepini a S, ai M. della Sabina a N, costituita in massima parte da terreni piroclastici, presenta in alcune località affioramenti calcarei con manifestazioni carsiche di un certo interesse. Del Soratte e del Circeo si è già parlato in particolare. Pertanto in questo vasto territorio vanno considerati i calcari alberesi, i calcari selciferi, le brecciole nummulitifere e a lepidocicline dei M. della Tolfa (Ceriti) del Paleogene di facies toscana, con qualche interessante grotta in prossimità del contatto con le trachiti; i fenomeni carsici dei calcari organogeni pliocenici sottostanti a terreni tufacei o alluvionali della Tuscia Romana o quelli del calc. liasico sepolto sotto ai precedenti; gli altri sporadici esempi di fenomeni carsici nei travertini e nel macco (Plioc.) di Palo-Ladispoli e dell'Anziate.

58 La - GROTTA DI PONTE SODO — n. Infernaccio - Loc. Montalto di Castro - *sit.* Molino di Ponte Sodo, 7.5 Km. da Montalto - F.° 136 - III SE (Montalto di C.) - *qm.* 45 - *esp.* C.S.R. V/1948 - *bibl.* (11) (270) (361).

Il fosso Timone affluente del F. Fiora, fiancheggia il vasto tavolo travertinoso dei Piani del Diavolo e di Cannellocchio costeggiandolo per alcuni Km. a S e SE; prima dell'antico Ponte Sodo, precipita con cascata in una spaziosa grotta scavata al contatto tra una colata basaltica del vulcano Vulsimio ed il soprastante bancone di travertino. In questo tratto di 200 m. il torrente perde 20 m. di quota e, per un fenomeno di autosotterramento recente, ha abbandonato l'alveo esterno perfettamente conservato, per allacciarlo con risorgenza più a valle. All'inghiottitoio si accede dall'interno del molino con una scala che mena ad un cavernone d'ingresso (volta di 20 m.) traversato da una forra nella quale rumoreggia il torrente. Ivi sono addossati alle pareti ammassi di fango, stalattiti, stalagmiti e vaschette incrostanti con acqua limpidissima. Dopo un salto di 6 m. la grotta volge a sinistra sempre larga e ingombra di macigni fra i quali giacciono legni fluitati ed un albero completo di radici e chioma. Termina con un lago di sifone traversato da forte corrente, al quale si perviene da una spiaggetta melmosa.

FENOMENI CARSICI DEL M. CANINO. — Il M. Canino, gruppo di poggi disposti lungo la direttrice NO-SE, è costituito nella sua ossatura fondamentale da calcari e calc. dolomitici che vanno dal Retico al Lias sup.; molte altre rocce (arenarie variegiate, scisti argillosi, policromi, calc. marmorei, puddinghe ecc.) concorrono a formare la fascia basale SO di M. Canino, ma gli affioramenti son rari essendo mascherati da intricata boscaglia. Nel suo insieme si tratta di un elemento toscanide disposto a guisa di scaglia tettonica con vergenza a oriente, conforme alle strutture dei prossimi settori calcarei appenninici.

330 - Pozzo di M. CANINO — n. Cratere - Loc. Canino - *sit.*, m. 45 a NO del segnale trigon. di M. Canino (m. 432) - *F.º* 136 - II NO (Canino) - *qm.* 385 - *pm.* 18 - *esp. ril.* C.S.R. V/1948.

Pozzo diaclasico nel calcare bianco dell'Infralias. Fra i detriti del fondo s'interna un breve cunicolo.

In loc. M. Giardino esiste una fenditura analoga, ed altre sono segnalate in loc. Pedagneta e Scogliera.

183 - GROTTA PATRIZI — Loc. Sasso di Furbara - *sit.*, a Km. 1,5 dal Sasso, 50 m. a N della strada per Manzianna, in loc. Le Croci - *F.º* 143 - III SO (Santa Severa) - *qm.* 320 - *pm.* 20 - *lm.* 200 - *p. int.* 6; 13 - *esp.* S. Patrizi; C.S.R. (Datti, Franchetti) 1939 - *bibl.* (11) (169)*.

La grotta che si interna in un calcare selcifero grigio-chiaro fu scoperta casualmente durante lavori di sterro. Una prima cavernetta prodotta dall'intersezione di due diaclasi, prosegue dopo un pozzo di 6 m., con una galleria di interstrato discendente alta 2 m., e conduce ad una più ampia caverna diaclasica alta 10 m.; il fondo è detritico e fangoso. Altri livelli, costituiti da gallerie e modesti ambienti con belle concrezioni, sono accessibili con qualche difficoltà. Temperatura interna costante sui 24°-25° C, alquanto superiore alla media annuale esterna; tale anomalia è dovuta alla prossimità delle trachiti e di alcune sorgenti termali a 32° C. Sono stati raccolti dal RELLINI frammenti ceramici eneolitici, due accettine levigate, ossa di cinghiale e di cervo. Nella prima saletta un circolo irregolare di pietre largo m. 0,60 conteneva frammenti di carboni e di bucchero nero con incisioni a rombi; sono state inoltre trovate due grandi macine spezzate, di trachite.

184 - GROTTA DEI SERPENTI — *Loc.* Sasso di Furbara' - *sit.* vicino alla precedente - *F.°* id. - *qm.* 220 - *esp.* S. Patrizi, Dusmet 1933 - *bibl.* (283) (353) (380) (382).

È formata da una fenditura del calcare che s'interna scendendo a spirale. È disagiata per la strettezza: non vi sono concrezioni. La temperatura interna si mantiene stazionaria sui 30° C: vapori caldi fuoriescono dalle fessure. I rettili dei dintorni, attratti da queste particolari condizioni, (*Zamenis*, *Coluber aesculapii* ecc.) abitano numerosi nelle fenditure della roccia da cui sporgono il capo all'interno del sotterraneo. Ciò valse ad accreditare, fin da tempi remoti la leggenda delle virtù curative del luogo per opera dei serpenti che vi abitano (a).

185 - GROTTA DI STATUA — *Loc.* Palo - *sit.* a 250 m. dal ponte sulla destra del fosso Cupino, lungo la strada che dalla via Aurelia conduce a Ceri presso Casale Statua - *F.°* 149 - IV NE (Cerveteri) - *qm.* 13 - *lm.* 17 - *pm.* +0,5 - *esp.* A.C. Blanc 1934 - *bibl.* (121) (122)*.

L'angusto ingresso s'apre poco prima di una cava di calcare organogeno pliocenico; la gr. è larga 5 m., alta quasi 3 e termina con due cunicoli. Il primo tratto ha fondo di terra argillosa rosso-bruna nella quale sono state rinvenute (122) ossa umane ed alcuni cocci d'età romana; tracce di uno scavo potrebbero attribuirsi ad un assaggio fatto dal BOUCHER DE PERTHES che vi raccolse col DUBOIS resti paleontologici nel 1810 (121) (155). L'ultima parte della grotta è tutta rocciosa.

SPROFONDAMENTI DI LEPRIGNANO (fig. 13).

La Valle del fosso di S. Martino va soggetta, per una lunghezza di 4 Km., tra il M. Cardinale (m. 280) e l'abitato di Leprignano (Capena), a periodici sprofondamenti del suolo che danno origine a laghi circolari di 100-200 m. di diametro. Si ripetono sovente nel medesimo luogo e per ben tre volte furono osservate tutte le fasi di formazione. Il più notevole è attualmente il

186 - LAGO DI LEPRIGNANO (fig. 19) — n. Lagopuzzo - Loc. Leprignano - *sitt.* m. 500 a. E di M. Cellarino - F.º 144 - III NO (Castellnuovo di Porto) - *qm.* 93 - *Dm.* 140 - *bibl.* (61) (66)* (90)*.

La sera del 28 ottobre 1856 in località Lagopuzzo si aperse improvvisamente con grande fragore, una cavità, dopochè il suolo si era avvallato nei giorni precedenti distaccandosi intorno per una larghezza di 80 m. (66). L'avvallamento fu accompagnato da rumore sotterraneo di acqua cadente o agitata, percepito da chi pose l'orecchio a terra nella parte depressa del suolo. Il diametro della cavità andò ampliandosi per franamenti successivi delle sponde e nel 1857 raggiunse il massimo diam. di 100 m.; la profondità nel mezzo era di m. 30. Dopo 39 anni, cioè nel 1895 era già ridotto ad un modesto pantano e nel 1900 era completamente colmato, solo sporgendo dal suolo il perimetro a taglio netto dell'antica sponda. Nel 1928, precisamente 72 anni dopo, si ripeté il fenomeno dello sprofondamento con le medesime modalità e nello stesso luogo; sembra che l'asse del lago si sia spostato un po' a monte rispetto al primo sprofondamento; la forma è sensibilmente ellittica, le dimensioni un po' superiori alle antiche.

Tre Km. più a monte si trova, ancora riconoscibile sebbene colmato, l'ALVEO DEL LAGO NUOVO (58)* (59)* (60)* (61)* (63) (64) (65)* (68) (87) (88) formatosi il 12 aprile 1895 (68). Ivi già 4 giorni prima fu notato un leggero movimento del suolo; dalla fenditura che circoscriveva un piccolo avvallamento, si sprigionava H²S mentre vi sparivano dentro le acque provenienti dal Lago Sinibaldi. Nella notte dal 12 al 13 si udirono 3 detonazioni seguite da acuto fischio e da un colpo di vento (65). Il 13 la cavità, larga 260 m. aveva aspetto imbutiforme, profonda 19,5 m. e nel mezzo assorbiva le acque del fosso S. Martino come un inghiottitoio; dal rumore pareva (61) che l'acqua al di sotto subisse un'ulteriore caduta. L'avvallamento rimase asciutto nei primi tre giorni dopo la sua formazione, e in conseguenza anche il fosso a valle; poi le acque cominciarono a

stagnare fino a riempire la cavità nei 7 giorni successivi, dopodichè ripresero a fluire normalmente dall'emissario.

Il lago irregolarmente circolare, considerevolmente allargato, con sponde a picco alte alcuni m. sull'acqua, aveva 130 m. di raggio medio, perimetro di circa 1 Km.

Oltre ai due laghi citati, nella regione circostante vi sono i resti di altri tre. Quello di Sinibaldi, prosciugato verso la metà dell'800 è assai più grande: il MELI dubitava, per questo, che avesse avuto

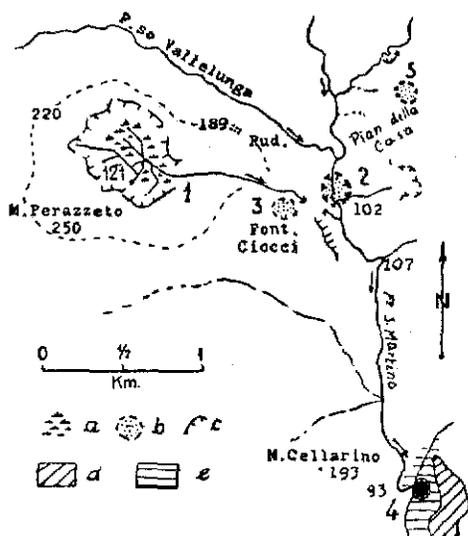


Fig. 13. — POSIZIONE DEGLI SPROFONDAMENTI DI LEPRI-GNANO. a, Suolo acquilinoso; b, sprofondamenti colmati; c, scarpata perimetrale ancora conservata degli sprofondamenti più antichi; d, travertini compatti o spongiosi; e, travertini recenti e crostoni travertinosi nei dintorni del Lagopuzzo. 1, Alveo del L. Sinibaldi; 2, Lago Nuovo; 3, sprofond. di Fontana Ciocci; 4, Lagopuzzo; 5, sprofond. di Pian della Casa.

origine da sprofondamento. Un resto di alveo di modeste dimensioni si osservava ancora nel 1894 (68) presso Fontana Ciocci. Il terzo, più a N, è al piede di M. Paciano in loc. Pian della Casa; si formò nel 1897, ma non raggiunse un vero e proprio crollo.

Tranne il PONZI (66) che pensava a fenomeni endogeni, gli altri Aa. (61) (63) (68) ritennero di essere in presenza di un fenomeno di sprofondamento della volta di cavità sotterranee per soluzione dei calcari liasici; questi, prolungamento del prossimo M. Soratte, affiorano 2 Km. più a N spingendosi a oriente di M. Paciano (b).

Secondo i diligenti calcoli eseguiti dal FOLGHERAITER e dal KELLER (61) la cavità sotterranea che originò il lago del 1895 raggiungeva il cospicuo volume di mc. 575.000. Ora, il livello di base delle acque in questa regione, giace intorno ai 23 m. sul liv. d. mare

(quota alveo del Tevere); vi sarebbero cioè circa 70 m. utili di spessore in cui si può esplicare l'erosione sotterranea. La serie pliocenica dei terreni (b) subito al di sopra dei calcari liasici basali, sui quali giace in discordanza, comprende una formazione di breccie calcaree e calcari organogeni giallastri talora vacuolari, di circa 35 m. di potenza; superiormente sabbie marnose debolmente cementate, alternate con letti di argille per altri 20-30 m. (Villafranchiano) ed infine qualche metro di travertini più o meno compatti (propaggini del giacimento a S di M. Ruzzola) e 2-4 m. di crostone tartaroso di deposito recente. È verosimile quindi che acque subalvee dei fossi circostanti raggiungano le breccie ed i calcari vacuolari pliocenici filtrando nei luoghi dove la superiore formazione sia più sabbiosa e quindi permeabile. L'opera di soluzione viene notevolmente attivata per la presenza di CO² prodotta da letti lignitiferi certamente contenuti in questa zona a poca profondità. Difatti i precitati Autori videro affiorare nell'area sprofondata tronchi e rami lignitizzati notando altresì la temporanea emergenza di acque carbo-solfidriche e ferruginose (61). Scorrendo poi al contatto con i calcari liasici talora dolomitici, erodono preferibilmente i sovrastanti calcari organogeni pliocenici; vi scavano in tempo relativamente breve grotte e gallerie (il grande volume di cavità, precedentemente riferito, non potrebbe spiegarsi se non ammettendo la presenza di sotterranei allungati). Quando in un luogo determinato la volta della grotta raggiunga le soprastanti sabbie, venuto meno a queste il sostegno, precipitano più o meno repentinamente; con esse si spezzano i crostoni rigidi dei travertini di copertura, provocando il rumore secco che accompagna le manifestazioni di sprofondamento. Quindi la causa che li ha prodotti non va ricercata tanto nei calcari liasici, quanto ad un livello più alto, e precisamente nei calcari pliocenici: si spiega così più facilmente la ripetizione periodica del fenomeno che deve porsi anche in relazione con le ligniti.

Nelle immediate vicinanze di Roma è esistita fino al 1885 una cavernetta nel rivestimento travertinoso della collina detta Monte delle Gioje. La ricordiamo qui, non per le insignificanti dimensioni (lungh. m. 4 alt. 1,5-2) ma per l'interesse dei reperti paleontologici e gli studi cui dette luogo sul pleistocene del basso Aniene, sulla sua fauna e sul paleolitico. La GROTTA DEL M. DELLE GIOJE si trovava a NE del Ponte Salario, a destra dell'Aniene, 200 m. a NE del ponte della ferrovia sul fiume e un po' internamente all'estrema ap-

pendice del colle di Prato Rotondo : questa era la posizione indicata nella carta geol. di Roma del MANTOVANI (c) e riconosciuta anche da A. C. BLANC (209)* Il P. INDES che la scoperse, vi compì importanti scavi (151) (152)* (154) (167) (173) (216).

L'ingresso a 36 m. sul liv. del fiume, largo 3 m. e assai basso, diviso da una grossa stalattite, conduceva ad una galleria tortuosa ; la prima parte aveva la forma di un forno da pane poi si restringeva per allargarsi in un secondo compartimento, alto m. 2,5 dal quale si staccava un breve cunicolo (152). Le pareti erano rivestite di grosse protuberanze concrezionari a strati concentrici sottili (142). I termini di riempimento, dall'alto al basso, avevano la seguente sezione (152) :

- 1) argilla nerastra con Helicidi e ossa di piccoli mammiferi viventi.
- 2) Sabbia sterile fortemente ossidata.
- 3) Sabbia grigiastra lievemente cementata : questa e la precedente, secondo il CLERICI (142), con elementi vulcanici.
- 4) Terra nera con ossa di grossi vertebrati estinti (d).
- 5) Sabbia grigia lievemente ossidata.

Nel 1868 vi andò il NICOLUCCI col P. A. SECCHI, G. PONZI e M. S. DE ROSSI : egli riferisce (158) che i resti di animali estinti giacevano in « un conglomerato di cui era formato tutto il fondo della spelonca » (op. cit.). In seguito il CLERICI poté visitare la grotta prima della completa demolizione, durante i lavori di cava nel sottostante tufo (142) (143). Recentemente altro abbondante materiale paleontologico è stato raccolto nelle vicinanze (e).

Ricorderò nell'area stessa di Roma due cavità delle quali ci è stata tramandata solo la memoria : la grotta del Lupercale ed il lago Curzio. Storici e poeti come ENNIO, SVETONIO, GIOVENALE, VIRGILIO, OVIDIO, ecc. ricordano la località Lupercal, e le piene del Tevere che la raggiungevano. Molti s'interessarono al problema dal lato archeologico e topografico, dall'ALDROVANDI al GORI (226) al CLERICI (215) all'ANTONIELLI (119) che stima esservi state numerose grotte alla base del Palatino, come del resto si osserva attualmente in terreni analoghi dei dintorni di Roma. Il Lupercale forse più antro che grotta, doveva aprirsi, secondo le dettagliate indagini geo-idrologiche del DE ANGELIS (219) (220) (f) a NO del Palatino, nel banco di ghiaie calcaree cementate, sottostanti alla serie dei tufi vulcanici e degli strati argillo-marnosi costituenti il colle ; dall'antro scaturiva una sorgente prodotta dall'emergenza delle acque dalle ghiaie. Una falda detritica accumu-

latasi contemporaneamente allo sviluppo della città, occulta in massima parte il luogo. Onde l'antro o il sito ov'esso si apriva, verrebbe a trovarsi alcuni m. sotto al suolo attuale (219).

Il LACUS CURTIUS, ricordato da Varrone, era un laghetto circolare nella parte più bassa del Foro Romano, dinnanzi alla Basilica Julia; esso fu prosciugato tra il IV ed il V sec. a. C. Ivi, verso la stessa epoca, si aprì improvvisamente una voragine (80, I, p. 209) (g) con modalità simili a quelle dei recenti sprofondamenti di Leprignano.

Non è improbabile quindi che anche qui il fenomeno si sia pordotto per sub-erosione di qualche lente travertinoso o delle ghiaie pleistoceniche stesse, particolarmente calcarifere, sottostanti alle alluvioni della valle del Foro.

Lungo il breve tratto di costa e nell'immediato retroterra tra Anzio e Nettuno, sopra alle marne grigio-azzurre, affiora per un tratto abbastanza ampio il calcare (macco) pliocenico: la sua superficie è incisa da brevi cavità e sacche di decalcificazione, simili agli organi geologici (95). Lungo la costa, il KELLER riferisce (339) l'esistenza di alcune modeste grotte demolite ai primi del '900 durante lavori edili e ferroviari.

NOTE

- (a) Questa località e le vicine sorgenti (*Aquae Caeretanæ*) sono ricordate anche da Livio, *Hist.* (22, 1), STRABONE, *Geogr.* (5, 11-3) e VALERIO MASSIMO, *Fact. et Dict. Mem.* (1, 6-5). La grotta è ricordata anche dal KIRCHER in *Musaeum Worm.* (lib. 3, cap. 9, a p. 874; Firenze 1719).
- (b) MAXIA C. - Osservazioni sui territori di Civitella S. Paolo e di Piano Romano (N di Roma) (*Uff. Geol.*, 59, 1946).
- (c) *Carta geologica della Campagna Romana; vallata del Tevere, tronco al Nord - Foce dell'Aniene*, Carta tracciata direttamente sulle osservazioni fatte in questo suolo dal sig. DE VERNEUIL e dal prof. PAOLO MANTOVANI, scala 1: 25.000 (impr. Bequet Paris 1872). Secondo la *Carta dei Dintorni di Roma* 1: 25.000 del 1835 dell'I.G.M.I. ed il rilievo 1: 10.000 (I.G.M.I.) del 1908-1909, la grotta doveva trovarsi sul versante liberino del M. delle Gioje, a quota 24.
- (d) Riferiamo i più importanti vertebrati trovati dall'INDEX e dal CLERICI (op. cit.): *Felis leo spelaea* Goldf., *Hyaena spelaea*, croc? Goldf., *Felis catus* L., *Lynx linx* L., *Diceroshinus merktii* Jäg. (= *Rhinoc. megarhinus*), *Bos primigenius* Bol., *Castor fiber* L., *Cervus elaphus* L., *Rangifer tarandus* L. (?) ecc. Inoltre l'Index raccolse industria litica musteriana e gran numero di ossa di piccoli batracidi, pesci d'acqua dolce e tracce di crostacei ecc. Egli dichiara (op. cit.) di aver estratto in breve spazio 400 Kg. di ossa fossili in cui erano rappresentate 27 specie, quantità e qualità eccezionali.
- (e) BLANC A.C. - I reperti musteriani di Saccopastore e la posizione cronologica del giacimento alla luce dei recenti trovamenti (*Atti V Congr. Studi Rom.*, Roma 1943).
- (f) V. inoltre gli studi del BONI e di G. A. BLANC.
- (g) PORTIS A. - Studi e rilievi geologici del suolo di Roma ad illustrazione specialmente del Foro Romano (*Atti Soc. It. Sc. Nat.*, 43, 32; Milano 1905).
- VERRI A. - Cenni spiegativi alla carta geol. di Roma (Novara 1915, a p. 39). *Liv.*, Ab *Ur. Cond.* (7, 6). *Pien.*, *Nat. Hist.* (15, 18).

PARTE SECONDA

CONSIDERAZIONI GENERALI
SULLA MORFOLOGIA DEI TERRENI CALCAREI
DEL LAZIO E ZONE ADIACENTI

CAPITOLO XI

CENNO GEOTETTONICO SULLE FORMAZIONI CALCAREE DELL'APPENNINO LAZIALE-ABRUZZESE

COSTITUZIONE GEOLOGICA E CARATTERI STRATIGRAFICI GENERALI (fig. 14). — Nel Lazio si distinguono cinque zone con propri caratteri geologico-fisiografici ben definiti :

La *Sabina*, formata dalla terminazione meridionale della provincia mesocenozoica umbro-marchigiana.

L'*Abruzzese*, formata da una parte della provincia mesocenozoica meridionale.

La *Tusco-Romana*, formata dalla piattaforma vulcanica Tirrena e dai rilievi Ceriti, ultima appendice S. di facies toscanide.

Il *bassopiano litoraneo e preappenninico*, plio-pleistocenico della regione Pontina, Val Tiberina, e bassa Sabina.

Riassumiamo ora sinteticamente la successione stratigrafica rinviando, per ulteriori dettagli, alle monografie generali (BEHRMANN, LOTTI, MERLA, TEICHMÜLLER, WIJKERSLOOTH ed alle opere speciali (v. in : MAXIA, *Bibl. Geol., d. Lazio* op. cit.).

La serie dal Trias sup. al Giurese presenta, nella nostra regione, una relativa uniformità se messa a confronto con le varietà petrografiche cretaceo-neogeniche. Al Trias sup. appartengono i calcari scuri e dolomitici della Sabina e i calcari e le dolomie dei M. Simbruini. L'*Infralias*, con calc. cristallini grigi e biancastri a gasteropodi di facies neritica, forma l'ossatura dei rilievi sabini più importanti, raggiungendo spessori di 400-500 m. Il Lias medio presenta due facies, dei calc. selciferi grigio chiari e dei calc. a crinoidi e a brachiopodi (M. Soratte, Sabina) e così anche il Lias sup. con le facies

calcereo-scistoso-marnose di mare più profondo (conosciuta come *ammonitico rosso*) e del calc. grigio a crinoidi. Il Giurese ha facies variabili da calc. selciferi a scistoso-marnosi e scisti diasproidi (serie comprensiva degli *scisti ad aptici* diffusa in Sabina). Durante questo periodo cominciano ad identificarsi due facies ben distinte per natura ed estensione: quella settentrionale pelagica, limitata alla Sabina, l'altra meridionale più potente, neritica, limitata al Lazio-Abruzzo. La prima a più sensibile mobilità tettonica con massima depressione durante il Giurese; l'altra, in conseguenza della maggiore stabilità offre una compagine stratigrafica più monotona. Il confine delle facies tanto petrografiche quanto strutturali segue una *linea*, detta appunto *delle facies*, prolungata dai M. Tiburtini lungo la valle del Licenza e il margine orientale dei M. Sabini, fino ad Antrodoco donde prosegue a NIE lungo la valle Velina. Questa linea coincide con la fronte dell'*Arco Umbro-Marchigiano*, importante sistema di dislocazioni diagonali alla Penisola, separazione delle due grandi provincie Umbro-Marchigiana e Abruzzese-Campana. Lungo di essa le formazioni della facies settentrionale giacciono generalmente sovrascorse o rovesciate su quelle meridionali più rigide, e sono fiancheggiate da una ridotta striscia di terreni di transizione.

Nel Cretaceo le due facies sono ben differenziate: quella settentrionale, con potenza variabile (massima ca. 300 m.), stratificata, comprende: l'Infracretaceo con calc. Neocomiani, selciferi compatti e porcellanacei (ser. comprens.: *majolica*, *biancone* e *calc. rupestre*); calc. Cenomaniani selciferi, marnosi e scistosi (ser. comprens. degli *scisti a fucoidi*). Il Neocretaceo con calc. bianchi, giallastri o grigi (ser. comprens. del *calc. rosato*) e calc. marnosi (ser. comprens. della *scaglia rossa* o *rosata*, estesa fino all'eoc. medio).

Il Cretaceo meridionale di grande potenza (più di 1000 m.) in banchi, ha facies di scogliera: all'Infracretaceo si attribuisce dubitativamente lo zoccolo calcereo-dolomitico della serie; al Neocretaceo appartengono i calcari bianco-giallastri, calc. oolitici, calc. dolom. intercalati, con lamellibranchi, gasteropodi e corallari (serie del *calc. ippurilico*). Il Paleogene di facies settentrionale mostra caratteri batimetrici relativamente profondi nella serie comprensiva eo-oligocecnica dei calcari e marnoscisti (*scaglia cinerea*). La facies meridionale, neritica, si compone di calcari nummulitici (Valle Latina, M. Prene- stini) e più sovente a frammenti di rudiste (*calcari pseudo-brecciati*) nei livelli inferiori (Luteziano). La facies flyscoide, di carattere toscano è limitata all'agro Cerite. Il Neogene presenta una varia-

zione di facies con spostamento del carattere marnoso nei diversi piani del Mioc. medio, in relazione agli impulsi orogenici subiti allora dall'Appennino (traslazione delle maggiori profondità dalla fossa Umbra a quella Marchigiana). La facies settentrionale comprende tre livelli: inferiore marnoso-arenaceo, medio calcareo-marnoso e superiore molassico; quella meridionale, limitatamente alla nostra regione, comprende due livelli: medio, calcareo (facies a *pecten*, facies a *briozoi* e *litotamni*) e marnoso-argilloso, quello superiore arenaceo, più ridotto in estensione procedendo verso S sebbene ancora potente più di 300 m. nel Cicolano (margine d. fossa molassica Marchigiana).

Nel Pliocene il mare sempre più sottile raggiungeva il piede dell'Appennino a formare l'ampio *Golfo Romano* internandosi nelle depressioni della *Baia di Conigni* (G. Co) e del *Golfo Sabino* (G. Sab.). Con l'inizio del Pleistocene antico si isolavano i *grandi laghi continentali* (Rieti-Terni) mentre l'attività eruttiva era avviata al suo massimo nell'area Tusco-Romana. In tal modo veniva delineandosi una configurazione delle terre sempre più prossima all'attuale.

FACIES STRUTTURALI E STILI TETTONICI. Alle facies stratigrafico-litologiche corrispondono rispettivamente differenti strutture.

La *Virgazione Sabina* con stile a pieghe, formata dal sistema delle dislocazioni umbro-marchigiane convergenti nella regione Tiburtina con vertice al Vulcano Laziale, offre un paesaggio a dorsali ampie ed allungate, diretta conseguenza del tipo tettonico.

Motivo di questa struttura son le *anticlinali di stile umbro*, costantemente inclinate verso oriente; quelle abbattute son fiancheggiate lungo la gamba occidentale (costituita generalmente dal nucleo infraliasico), da una faglia distensiva al cui muro affiorano i più antichi calc. retici. Tra la zona di cerniera e l'adiacente sinclinale, è compresa sul fianco raccorciato, tutta la serie dei terreni più recenti (a facies di scaglia fino all'Eocene), asportati invece sul fianco opposto più lungo.

L'*Anticlinale Narnese-Amerina* (1) forma il sistema occidentale della Sabina diviso dalla gola del Nera (M. S. Pancrazio-Cosce e M. di Amelia) con ribaltamento tra Narni e Conigni. Essa si spegne con superficie conica convergendo contro l'*Anticlinale Sabina* (2) separata dai suoi due prolungamenti Martano e Spoletino per mezzo della stretta di Papigno; il rovesciamento più sensibile corre per 15 Km. tra Greccio e il M. Tancia. L'*Anticlinale fagliata del M. Elci* o

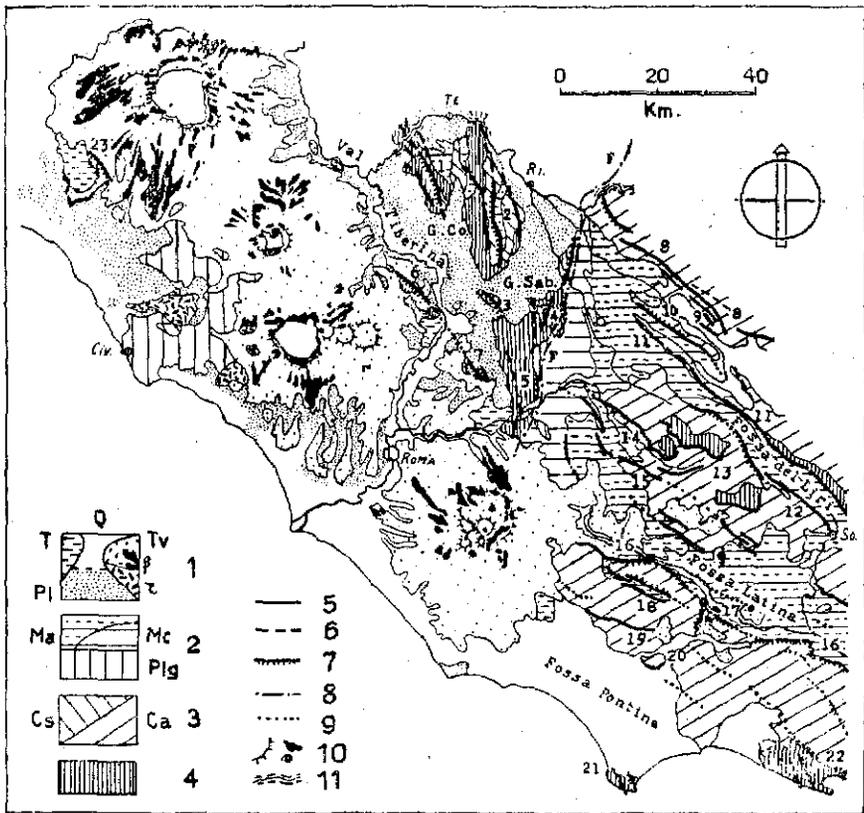


Fig. 14. — SCHEMA STRUTTURALE DEL LAZIO
FACIES STRATIGRAFICHE

1. — QUATERNARIO: vulcaniti (*Tv*), coltre piroclastica del bassopiano Tusco-Romano. Tufi da Moidi a incrocenti nell'area centrale; ferrosi o rimaneggiati nelle appendici periferiche e nei lembi isolati; basaltici, peperinici, trachitici; nel Viterbese, Campagna Romana, Valle Latina. β , Colate ed espandimenti lavici dei Vulcani Romani; basalti, leucititi, leucotefriti, ecc.). *Sedim.*: (*T*, masse travertinose lentiformi o tabulari; *Q*, formazioni fluvio-lacustri delle pianure preappenniniche, salmastre e marine della piana Pontina e bassa valle del Tevere).

PI — PLEISTOCENE INF.: sabbie gialle e marne a facies marina (Calabrian), salmastre e lacustre (Villafranchitano) della media val Tiberina o a N di Terni. *PLIOCENE*: sabbie gialle, calc. organogeni intercalati; argille grigio-turchine (Piacenziano e Istiano). τ , Vulcani trachitici di Tolfa, Manziana, Ronciglione Vico (arcipelago Cerite-pliopleistocenico).

2. — NEOGENE. *Ma*, *Miocene sup.* (serie molassica con puddinghe superiormente). *Mc*, *Mioc. medio* (serie calcareo-marnosa più calc. inferiormente); molasse sabino-carsolane al margine della depressione tettonica neogenica).

PALEOGENE *Plg*, calcari e breccie calcaree a lepidocicline e nummuliti (Sabina, Licenza); con intercalazioni e facies argillose toscatiche (Tolfa).

3. — CRETACEO. *Ca*, facies abruzzese dei calcari ipparitici, dei calc. dolomi. e dolomiti. *Cs*, facies umbro-marchigiana del calc. majolica, del calcare e scaglia rosata.

4. — Sistema dei calcari cristallini e dolomitici GIURA-LIASICI (Sabina); dei calcari a *Megalodon* e DOLOMIE TRIASICHE (Bellico-Norice d. M. Simbruini).

ELEMENTI TETTONICI

5, Faglie principali; faglie marginali dei blocchi calcarei — 6, Assi anticlinali. — 7, Faglie inverse e pieghe-faglie con sovrascorrimenti limitati (i trattini sono disposti secondo l'inclinazione del piano assiale dell'elemento considerato). — 8, Linea di confine tra le facies (*F*) meso-cenozoiche settentrionale e meridionale. — 9, Traccia probabile dei prolungamenti delle dislocazioni; disloc. con sovrascorrimenti di natura ed entità non sicuramente accertate (versante Lepine-Ansonio-Aururco della valle Latina). — 10, Cinte caratteristiche degli apparati eruttivi; centri eruttivi della valle del Sacco (Vulcani Ernici). — 11, Gole d'attraversamento fluviate; incisioni dei fiumi Nera e Velino nelle masse calcaree mesozoiche.

N.B. — Per chiarezza sono stati omissi alcuni lembi tufatei e di formazioni quaternarie, specialmente nel basso Lazio.

di Fara Sabina (3) si ricollega ai sistemi dei *M. Pendente* (4) e *Lucretile* (5). Al sistema tettonico sabino appartiene inoltre la *Linea del Soratte* (6) del cui nucleo liasico emerge solo l'isolato spuntone del *M. Soratte*: al prolungamento dello stesso sistema appartengono i nuclei *Cornicolani* (7), e del *M. Cetona* molto più a NO. Occorre ricordare inoltre il distante *M. Canino* (23) elemento toscanide d'un estremo allineamento tettonico occidentale.

La *facies Abruzzese* a stile fagliato in fasci paralleli, determinati dalla rigidezza dei complessi calcareo-dolomitici, comprende la rimanente metà del Lazio, parte cioè della grande *Arcata Abruzzese* con morfologia a rilievi asimmetrici e ad altopiani troncati da ripide costiere.

Elementi di questo stile più propriamente meridionale sono: gli *scaglioni monoclinati* costituiti da pile di banchi calcareo-dolomitici suborizzontali o inclinati, troncati da faglia (es.: rupe di Bellegra); le *faglie inverse con sovrascorrimenti* il cui tetto, per la mancanza di elasticità propria di queste rocce, si è frantumato provocando la scomparsa della cerniera. La copertura miocenica è rimasta sotto forma di lembi discontinui e la si ritrova penetrante sotto al ripido fianco rovesciato: per laminazione la serie calcareo-argillosa mioc. può scomparire ed aversi in diretto contatto il Cretaceo con le arenarie (Elveziano-Tortoniane e Sarmaziane più a S). Questi due elementi tettonici descritti (*normale* ed *inverso*) si trovano spesso combinati lungo una stessa dislocazione (es.: fianco NE dei Lepini), torta secondo una superficie elicoidale con massimo rovesciamento medio o distale. La regione presa qui in esame, comprende un'alternanza di fosse e massicci orientati NO-SE. La larghezza e la profondità delle fosse aumentano procedendo verso il Tirreno: la *Fossa del Liri* (valle Roveto) è tutta formata nelle arenarie Sarmaziane (BENEQ op. cit. al cap. IV); la *Fossa Latina* (valle del Sacco) con manifestazioni eruttive pleistoceniche (vulc. Ernici) compresa tra i massicci Simbruino-Ernico e Lepino-Ausonio-Aurunco, mostra le arenarie in buona parte coperte dal quaternario; la *Fossa Pontina* è compresa tra i Lepini-Ausoni ed il Circeo (21), unico affioramento calcareo del lato occidentale: le arenarie mioceniche si trovano ivi a più di 300 m. di profondità sormontate dall'intera serie pliopleistocenica.

I massicci presentano la seguente disposizione tettonica generale. Sul fianco tirreno: *campo di faglie d'accompagnamento* marginale, gradinate o a cunei [faglie *Setine* (20), *Anticolano-Ernice* (15), *del*

Salto (9)]. Una *gran faglia distensiva* con rigetto di circa 1000 m. [*faglia Pontina* (19), *Sublacense* (14), di *V. Roveto* con terminazione anticlinale (11), *faglia Velina* (8)]. La *zona centrale* a faglie e pieghe meno imponenti [*piega faglia di Carpineto* (18), *disloc. dell'Alto Simbrivio* (13)]. Sul fianco adriatico si allunga una *piega-faglia di compressione marginale* con sovrascorrimenti ridotti [*disloc. Circea* (21), *Lepino-Aurunca* (16), *Simbruina* (12)]. La vergenza della generalità delle faglie più importanti è verso l'Adriatico; quelle minori, centrali, sono talora ribaltate nel senso opposto [*Carpineto* (18)]. A questo tipo va aggiunta la *piega-faglia Cicolana* (10).

Riguardo alla posizione cronologica degli avvenimenti orogenici, prescindendo da non ben definiti movimenti precretacei, il principale corrugamento ha traversato periodi a differente intensità, dal Mioc. medio ad un massimo Miopliocenico ed uno strascico Pleistocenico.

FRATTURAZIONE DEI CALCARI. — La fessurazione ha differenti origini, e pertanto in uno stesso luogo possono coesistere più sistemi di fratture. Geneticamente distinguiamo: la *fessurazione per diagenesi*, latente o potenziale, per lo più invisibile; quella di origine tettonica, e in tal caso avremo una *fessurazione per compressione* specialmente nelle sinclinali, *per stiramento* nelle cerniere anticlinaliche, *per torsione* nelle giaciture suborizzontali o intorno alle dislocazioni elicoidali; *fessurazione per lenti movimenti epirogenici*, *fessurazione per scollamento*, allorchè porzioni più o meno grandi delle costiere o dei versanti, per lente modificazioni statiche, cominciano a risentire le sollecitazioni della gravità: a questi tipo si avvicinano i *cortei diaclastici d'accompagnamento* alle faglie.

Morfologicamente raggruppiamo le fratture (ben inteso senza spostamento dei labbri) nei seguenti tipi:

Microclasi o *leptoclasti* (a sezione filiforme); *diaclasti* (medie); *macroclasi* o grandi fratture. Possono inoltre essere vuote (*beanti* o *geoclasti*) o *saldate* e riempite con deposito di calcite spatica; a questi tipi aggiungiamo gli *interstrati* o giunti di stratificazione perchè nell'evoluzione carsica si comportano analogamente alle diaclasi. Nei calcari esistono tre piani di fissilità determinati dai giunti, dal sistema diaclasico direzionale e da quello disposto secondo l'immersione degli strati; uno dei tre sistemi assume di solito maggiore importanza con funzione fondamentale per l'erosione carsica, generalmente parallelo alla direzione tettonica predominante (v. cap. XVI). Inoltre ogni strato possiede un sistema diaclasico proprio (*indipendente*) ed è attarver-

sato da un altro più marcato, in comune con gli strati superiori e inferiori fra i quali è compreso.

Secondo la purezza o meno del calcare, la rete diaclasica determina clivaggi diversi caratteristici per ciascun tipo:

Calcari dolomitici e dolomie — fessuraz. fitta fino allo sgretolamento in dipendenza del tenore di $MgCO_3$.

Calcari massicci del lias — fessuraz. a tendenza irregolare quanto più selciferi.

Calcari massicci o stratificati, neocretacei — fessuraz. parallelepipeda regolare.

Calcari miocenici — fessuraz. lastriforme; più fitta e romboedrica col crescere della marnosità: assomigliano talvolta a un opus reticulatum molto schiacciato. Se divengono arenacei la fratturazione si intensifica al segno da simulare una *pseudoscistosità*.

CAPITOLO XII

CARSISMO DI SUPERFICIE

A) - BACINI CARSICI

CARATTERI GENERALI. — Il bacino carsico consiste in una vasta depressione (a) formata da una parte più propriamente chiusa, compresa sotto alla isoipsa determinata dalla quota più bassa raggiunta dal contorno del bacino imbrifero (*soglia*) e da una restante superficie elevata più o meno vasta. Nella prima, quando sia colmata almeno in parte da sedimenti alluvionali, si stende il *piano o campo*, di forma allungata, ma senza raggiungere pertanto differenze nelle due dimensioni, paragonabili a quelle dei grandi polijie dinarici. Il bacino carsico cessa d'esser chiuso quando il piano si livella con la soglia. Lungo i *versanti del piano* sono adagate modeste conoidi a ventaglio piatto che contribuiscono ad innalzarne il livello con i prodotti del dilavamento. Molti bacini presentano una rete idrografica munita d'un *fosso collettore* asciutto d'estate se non è alimentato da sorgenti. Nella parte più depressa, per lo più alla base d'un dirupo a picco, si apre l'orifizio dell'*inghiottitoio* nel quale scompaiono le acque iniziando il corso sotterraneo. Può essere penetrabile per un certo tratto dall'ingresso (= *grotta d'inghiottimento*) o dall'uscita (= *grotta di risorgenza*); ma qualche volta nel piano si presentano delle depressioni

appena sensibili o particolari cavità idrovore somiglianti alle doline alluvionali, *doline di richiamo*, prodotte dalla prossimità della sottostante zona calcarea eminentemente assorbente (Campo di Segni, Tav. I - 1) o dal non lontano canale sotterraneo (bacino di Bellegra-Rojate) e sono disposte entro un'area d'inghiottimento. Quest'ultima può essere anche costituita da una zona di calcari denudati, intensamente fessurati ed erosi (*area d'assorbimento*, inghiottitoio impenetrabile). A differenza dei polijie dinarici, quelli dell'Appennino centrale posseggono raramente molti inghiottitoi funzionanti: l'unico è sovente cospicuo (Tav. VIII - 1). Prima dell'inghiottitoio, il torrente, asportati i sedimenti del piano per breve tratto ne ha messo a nudo i calcari sottostanti, incidendovi una *forra* (Pastena, Canterno) brevissima, profonda, con tracce di marmitte (Tav. VII - 1).

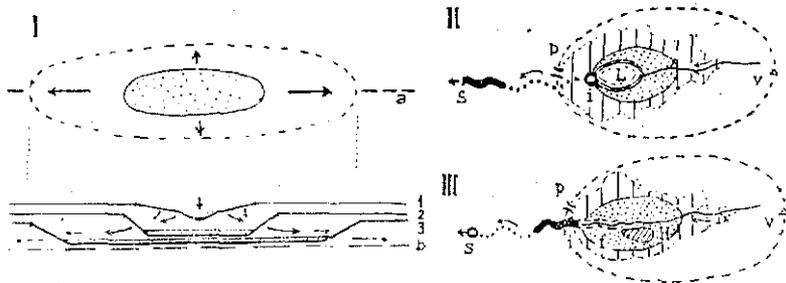


Fig. 15. — SCHEMI DI POLIJIE DELL'APPENNINO CENTRALE. I, formazione di un bacino carsico per allargamento di una depressione primitiva nei calcari o di una paleovalle; a, direttrice oro-tettonica; b, liv. di base; 1, conca carsica o valle; 2, 3, stadi successivi di ampliamento con formazione del piano, le cuspidi indicano direttrici di erosione. II, Bacini con inghiottitoio impenetrabile. III, Bacini con risorgenza impenetrabile; p, quota massima dello spartiacque; II, hum; p, soglia; L, lago; i, inghiottitoio; I, incisione torrentizia; la depressione completamente chiusa limitata dalla quota della soglia è tratteggiata; il piano è punteggiato.

MORFOLOGIA DEI BACINI. — Possono essere a *conca carsica* o a profilo grossolanamente *imbutiforme* (rapporto tra i diam. maggiori, intorno a 1 : 1), con vallecole convergenti all'inghiottitoio. Ve ne sono altri considerevolmente estesi (rapporto diam. 2 : 1 a 3 : 1) *composti* (Canterno) da bacini minori con relativi inghiottitoi e risorgenti, a rispettivi sistemi idrografici esterni separati (Pastena). Infine possono trovarsi bacini indipendenti riuniti a formare una *regione a bacini chiusi* contigui come quelli Carseolani, oppure in *disposizione lineare* come la serie dei bacini di Pastena, pantano di Lenola, Campo Sariano, piano delle Saure, piano del Campo (negli Ausoni-Aurunci).

Il profilo longitudinale del sistema idrografico dei principali bacini chiusi del Lazio, presenta disposizione gradinata; ogni parte o sin-

golo gradino riproduce una curva prossima a quella di equilibrio, analoga a quanto si verifica per un corso d'acqua maturo, tra la sorgente e la foce. La prima parte è compresa tra la quota più elevata del bacino e l'ingresso dell'inghiottitoio; la seconda, sotterranea, va da questo alla risorgenza; la terza dalla risorgenza al corso d'acqua maggiore di confluenza.

Quest'ultima curva solitamente è più ripida, mentre le altre, considerate separatamente, sono scoscese nel breve tratto a monte e quasi rettilinee nel rimanente. I salti coincidono per lo più con faglie sbarranti il talweg.

Altre forme assunte dai bacini carsici sono la *valle chiusa o cieca* (rapporto lung. : largh. sempre $>$ di 3 : 1) come la val de' Varri (5,5 : 1). Il *valloide carsico* (fig. 6) più aperto e ampio, con piani disposti in fila (bacino dei Piani della Dogana a Petrella Liri), o con spartiacque mal definito specialmente alle soglie e numerose doline nel centro (Arcinazzo). Sono intermedie tra il valloide carsico e la valle normale; le *valli asciutte* (Tav. III-2) con talweg idrovoro e deflusso totalmente sotterraneo; a questo tipo morfologico appartengono alcune valli longitudinali dei M. Simbruini (V. Coramata, V. Oppieto, Campocatino di Pereto), relitti di una idrografia superficiale scomparsa.

La *depressione carsica*, non può essere considerata come un vero bacino per l'incertezza dello spartiacque: assume nel Lazio l'aspetto più frequente di piano carsico a doline, comune alla sommità dei rilievi monoclinali, con leggere ed irregolari depressioni, a fondo ricoperto quà e là da terra rossa o da lembi di tufi incoerenti ultimo residuo del dilavamento: sono costellati di doline concentrate nelle aree più depresse, o disposte in file irregolari (Tav. III-2). Tali il piano delle Conche ed il piano di Camposecco nella regione di Agosta-Cervara.

HUM. — Rilievi calcarei risparmiati dalla denudazione carsica (detti *hum* dal CviJC) sono frequenti anche nel Lazio e nell'Abruzzo dove, per il loro isolamento hanno ricevuto denominazioni particolari. Sono per lo più disposti perifericamente a rilievi più cospicui dei quali costituivano un primitivo prolungamento (il Monticchio presso Sermoneta, oggi quasi demolito da lavori di cava: gli hum della piana di Fondi; il Montisola e il Montecchio nella pianura Reatina; il colle di Ticchiena presso Alatri; ecc.), oppure s'elevano all'interno dei polijie, al piede dei rilievi che li circondano. di rado assumendo

posizione centrale. Si distinguono quindi gli *hum marginali* e gli *hum di polijie*.

Gli *hum* dell'Appennino centro-meridionale hanno quasi sempre una originaria impostazione tettonica. La loro disposizione a file rivela la presenza di sistemi paralleli di faglie o, in alcuni luoghi, di sovrascorrimenti. Rappresentano quindi i residui risparmiati dall'erosione degli affioramenti delle zolle calcaree mesozoiche comprese tra le fratture (fig. 16); ovvero lembi (klippen) frontali isolati di sovrascorrimento, come ritengono alcuni per la bassa valle Latina (CACCIAMALI, BEHRMAN, BENEÒ). Gli *hum* in generale sono una caratteristica dello stile tettonico a scaglioni della facies Abruzzese-Laziale e a questo tipo vanno riferiti gli spuntoni calcarei emergenti dal terreno molassico del mioc. sup. quando non siano galleggianti su di esso. Qualche volta, quando l'erosione non sia troppo progredita, conservano un versante frontale più ripido dal lato della dislocazione, con allungamento secondo il suo asse. Gli *hum* completamente isolati nel piano, indizio di fasi erosive mature, presentano forme appiattite: a *dorso di cetaceo*, allungati, con massima elevazione all'estremità più larga e contorno piriforme; a *scudo di testuggine* o a *carena*, simmetrici, con massima elevazione centrale, a contorno subcircolare o ellissoidale.

Queste forme semplici possono mostrarsi riunite in gruppi di due o più elementi (*hum composti*), ad assi maggiori paralleli. Alla base si internano talora modeste grotte: molti costituirono isole lacustri abitate dall'uomo neolitico (375). Le dimensioni degli *hum* sono generalmente modeste: lunghezza fra 300 m. e 1 Km.; largh. da 300 a 500 m., con alt. di 30-80 m. In alcuni casi sono meno regolari, a profilo accidentato, talvolta ancora collegati al rilievo principale da una depressione selliforme come per es. nel bacino di Bellegra. In uno stadio di progredita maturità vengono ulteriormente erosi con formazione di doline e cavità marginali che alterano la forma già matura, eccelerandone la distruzione (fig. 16).

ORIGINE E FORMAZIONE DEI BACINI CARSICI. — Lo stabilirsi di una topografia a bacini chiusi dipende da numerosi fattori tra i quali principalmente l'estensione e la potenza dei terreni calcarei, la tettonica, la frequenza, lo sviluppo e la disposizione di antiche valli, ed il clima. Caratteristici del Giura Franco-Svizzero, dell'Appennino Centro-meridionale, dei rilievi Dinarico-Balcanici, hanno certamente origini analoghe la cui causa prima va ricercata principalmente

in alcune somiglianze strutturali e litologiche di questi sistemi orografici.

La disposizione allungata per lo più in direz. NO-SE dei piani carsici in tutto l'Appennino, lascia intendere come oltre alla natura calcarea delle rocce, i lineamenti tettonici (dislocazioni longitudinali, fasci di fratture) ne costituiscono la premessa per lo sviluppo: sviluppo che progredisce per erosione chimica e meccanica, subaerea e sotterranea.

La letteratura concernente la interpretazione di queste forme è considerevole: troppo spesso si sono voluti generalizzare quegli

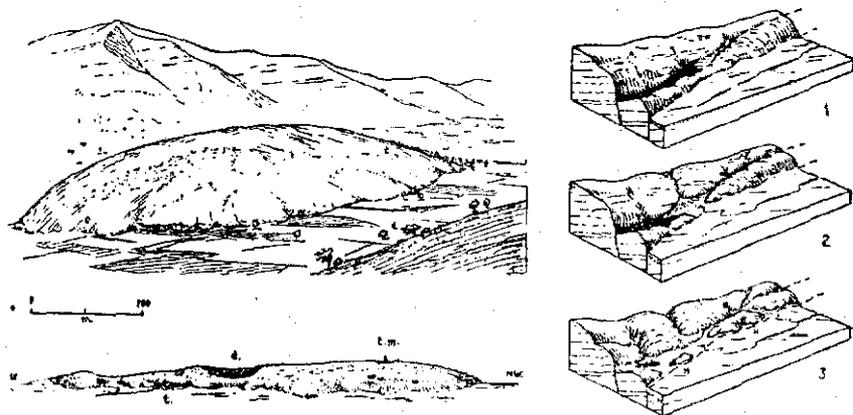


Fig. 16. — HUM. In alto a sinistra: Hum scudiforme (il Montarozzo di Pastena). Sotto: Hum a dorso di cetaceo del Monticchio di Serroneta: 1, sorg. acqua Turchina, m. 13; a, dolina; t.m., torre di Monticchio, m. 50 s.l.m.
A destra: Formazione degli hum in zona di faglie marginali: 1, inizio del modellamento lungo faglie; 2, formazione di propaggini a penisola e depressioni settiformi, e colmata dell'interposto bacino lacustre; 3, isolamento degli humi.

elementi che potevano invocarsi con fondamento per spiegare la genesi di un limitato gruppo di bacini preso in esame. Se non per ciascun polijie almeno per determinati gruppi di essi, anche in una medesima regione, si ravvisano modalità diverse di sviluppo con prevalenza ora dell'uno, ora dell'altro fattore morfogeno. Ci limitiamo quindi ad esporre soltanto alcune considerazioni sui polijie del territorio esaminato.

Per successivi cambiamenti del livello di base, provocati sia dai movimenti della più recente fase del sollevamento appenninico, sia in grado minore dalle oscillazioni eustatiche del liv. mar. pleistocenico, deve ricercarsi il motivo della disposizione dei bacini carsici entro determinate superfici di livello, sicchè collegandone i piani con una superficie ideale ci si troverebbe in presenza d'un esteso terrazzamento.

È verosimile che, quando nel Villafranchiano e nel più antico Quaternario si estendevano lagune ed ampi specchi lacustri fin nell'interno della Penisola, un certo numero degli attuali bacini chiusi e valli cieche fossero fra loro collegati a formare valli normali con idrografia subaerea (b). L'abbassamento del liv. di base conseguente alla somma dei fattori sopra accennati, ha prodotto nell'ambiente calcareo particolarmente idoneo, la migrazione sotterranea di questi paleofiumi: il modellamento carsico si è impostato vie più nel sistema vallivo prosciugato, smembrandone in bacini separati le parti più elevate dell'antica rete idrografica. Per alcuni bacini si ebbero fasi lacustri (*laghi carsici*) più o meno lunghe con lento processo di colmamento alluvionale, per altri la fase lacustre fu effimera o assente e si colmarono fino alla soglia perdendo il carattere di bacino chiuso. Il riconoscimento dell'antica idrografia riesce sovente incerto per la trasformazione profonda subita dalla morfologia nel tempo. Un bell'esempio è offerto nella nostra regione, dai bacini dei M. Simbruini tributari sotterranei dei fiumi Salto e Liri (fig. 6 e carta f.t.).

BACINI NEI CALCARI. — L'assenza in estese zone, di una decisa direttrice idrografica, la conformazione a vasto altopiano dei potenti calcari cretacei (M. Simbruini) favorisce l'insistenza delle acque in determinate *aree di raccolta* dove « lavorano » il calcare, particolarmente lungo qualche diaclasi maggiore o nelle miloniti, trovandovi uno sfogo principale.

Si manifesta così un *centro di attività carsica*: la chiamata delle acque verso questo luogo si fa sentire su una superficie determinata in buona parte dagli elementi topografici. Nella prima fase, nella quale prevale la dissoluzione e l'erosione normale, impostata su direttrici diaclasiche, di clivaggio e orotettoniche, si produce un abbassamento della superficie con formazione di una *depressione carsica* e progressivamente di una *conca carsica*, concentrica al luogo di maggiore attività (fig. 15 - I): la fase giovanile è caratterizzata dalla assenza o scarsità di alluvioni. Con l'estendersi della superficie occupata dai sedimenti, cioè del *piano*, viene a rallentarsi la componente erosiva verticale (approfondimento), mentre cominciano a prevalere le componenti estensive (fig. 15 - I). L'ampliamento del bacino è favorito altresì dal richiamo provocato dal livello basale sulle acque dei versanti, ormai troppo lontani per subire direttamente quello dell'inghiottitoio. Naturalmente si verificherà una tendenza longilinea secondo le solite direttrici oro-tettoniche (nel nostro caso spiccata-

mente NO-SE). Nel sistema bacino-inghiottitoio si tenderà a raggiungere un profilo di equilibrio, regolato particolarmente dal livello del corso d'acqua in cui scarica la risorgenza.

Non rari sono i *bacini per suberosione*, che si formano quando la corrosione sotterranea agisca molto intensamente in zone di fitta fraturazione, protette da veli terrosi superficiali. Col ripetersi continuo di sprofondamenti e crolli del terreno si produce un graduale abbassamento circoscritto alla parte centrale: processo attivissimo in particolar modo nei valloidi Lepini intorno a Gorga, al piano della Croce e piano delle Faggeta.

BACINI NELLA FORMAZIONE MOLASSICA. — Sono dovuti principalmente alla presenza di barriere di calcari miocenici e neocretacei che, per faglie o pieghe-faglie, vengono a spuntare in rilievi allungati con disposizione monoclinale. Per la differente resistenza offerta dal complesso arenarie-calcari, le prime vengono erose più rapidamente e asportate, mentre alla base della barriera calcarea si produce un forte richiamo delle acque specie dove la roccia sia indebolita dalla presenza della dislocazione (bacini dell'alto Imele, Valle de' Varri). In un primo tempo, quando ancora la superficie delle arenarie coincideva col livello della soglia, il deflusso dovette essere subaereo; valga come tipo la Val de' Varri (fig. 33), impostata lungo una faglia inversa con sovrascorrimento locale. Il profilo trasversale mostra chiaramente l'asimmetria di questi bacini nei quali i talweg tendono a disporsi verso il contatto molasse-calcari, fino a coincidere con questo in prossimità dell'inghiottitoio (fig. 2). Questi bacini sono disposti in gruppi e mostrano più spiccatamente di quelli interamente calcarei, lo sviluppo longitudinale (bacini dell'Imele-Liri, e Carseolani). La massima parte del bacino si stende nelle arenarie e solo una breve striscia dal lato dell'inghiottitoio, si appoggia ai calcari. Son privi di veri e propri piani: quando vi sia una superficie pianeggiante essa è ondulata e inclinata contro la barriera calcarea.

Col procedere dell'erosione rimontante si manifestano ampie depressioni nello spartiacque dal lato dove è più sensibile il dislivello fra il fondo del bacino ed il talweg di una valle principale esterna ad esso. Questo luogo si trova talvolta in prossimità o anche sovrapposto all'inghiottitoio dove appunto proseguiva l'antica valle: dapprincipio si produce una depressione nel perimetro del bacino che si abbassa ulteriormente riducendosi ad una soglia alta anche solo qualche metro sul livello del piano. Da tale momento comincia la pro-

gressiva cattura del bacino che si completa con la trasformazione dell'inghiottitoio a grotta inattiva. Infine la soglia viene incisa e, quando è in corrispondenza dell'inghiottitoio, ne verrà messo a giorno l'interno con formazione di un *canyon* stretto e profondo la cui morfologia lascia riconoscere in qualche caso l'antica natura. Potrà anche manifestarsi un ringiovanimento per abbassamento del livello basale, con la conseguente cattura di altri bacini prossimi dei quali rimangono sospese le soglie; tale ringiovanimento può verificarsi in qualsiasi momento dell'evoluzione accelerandone i tempi.

In realtà i processi schematicamente esposti sono suscettibili di variazioni nel dettaglio e nello svolgimento con soste o accelerazioni, in dipendenza dei fattori climatici oltrechè geo-idrologici; deve notarsi inoltre che non tutti i bacini di una stessa regione si trovano nella medesima fase di sviluppo, ma accanto ad alcuni morfologicamente più maturi, ne esistono altri in via di ampliamento: un bel-l'esempio è offerto dagli altop. Sublacensi.

REGIME IDROGRAFICO DEI BACINI CARSICI. — Rispetto all'afflusso meteorico occorre distinguere i bacini giacenti a quote inferiori agli 800-1000 m., nella zona a precipitazioni di carattere marittimo, da quelli più elevati e interni con precipitazioni di tipo più continentale. Nei primi si ha un periodo con massima frequenza di piene in gennaio-febbraio, d'accordo con le precipitazioni medie. Nei secondi invece è raggiunto un lieve minimo secondario fra gennaio e febbraio, sensibile naturalmente per i bacini più elevati (es. Simbruini a regime nivo-pluviale), ed un massimo secondario primaverile. In ambedue i tipi il periodo di secca, in ritardo minimo rispetto ai corrispondenti afflussi meteorici, dura da luglio a settembre, con scomparsa delle acque correnti. Il deflusso dai bacini chiusi, è regolato:

a) dai limiti del bacino topografico e idrologico sotterraneo; dalla morfologia del bacino: quelli centrici, con versanti più inclinati favoriscono rapidi afflussi; quelli allungati o ramificati, afflussi più lenti con perdite lungo il percorso.

b) Dal grado di permeabilità: i bacini interamente calcarei (permeab. in grande) favoriscono piene di breve durata, quelli nelle arenarie mioceniche, a rapida saturazione del terreno, piene con deflussi più continui e prolungati. Inoltre la scarsità della vegetazione erbacea ed arborea asseconda l'irruenza delle acque.

PIENE E LAGHI. — Durante il periodo autunno-invernale si verificano due tipi di piene dipendenti dal rapporto fra l'area del bacino,

la sua permeabilità e la capacità dell'inghiottitoio. Le *piene persistenti* che l'inghiottitoio non giunge ad asciugare ne sommergono l'orifizio, ed allagando la plaga antistante, originano *laghi di polije periodici e temporanei*. Tali sono: il Lagone del Catauso a Sonnino, il lago Canoco sotto Veroli, il lago della piana dell'Ovizzo di Pastena (Tav. III-1) e quello più piccolo dell'Ovizzo di Falvaterra. Di profondità limitata a pochi metri, presentano spesso acque limacciose di effimera durata, in media da 15 giorni a un mese ed anche più, potendosi ripetere l'allagamento due o tre volte in uno stesso inverno. Le *piene normali* invece, pur non provocando allagamenti, invadono buona parte del lume dell'inghiottitoio. Queste piene presentano un rapido incremento raggiungendo subito il massimo livello, si mantengono stazionarie per alcuni giorni fin che dura l'afflusso continuo di nuove acque, poi decrescono con livelli intermedi, interrotti da punte di risalita. I minimi fra le varie piene invernali solo eccezionalmente raggiungono i minimi estivi, poichè parte degli afflussi d'un mese passa ad incrementare quelli del successivo, fino alla primavera quando la media precipitazione locale decresce.

Il tipo della *piena estiva*, causato da improvvisi acquazzoni, è caratterizzato dalla rapidità e violenza con le quali si manifesta; alla fine dell'estate, anche solo un'ora dopo iniziata la precipitazione, le acque provenienti dai versanti del bacino si riuniscono e precipitano nell'inghiottitoio formando una prima ondata che raggiunge livelli relativamente alti. In poche ore viene raggiunto il massimo per poi decrescere quasi altrettanto rapidamente fino al prosciugamento completo (fig. 22).

Piène di questo tipo sono proprie dei bacini con fondo impermeabilizzato e particolarmente di quelli molassici; ovvero nei casi di precipitazione a breve durata e poderosa. Negli altri casi le acque scorrono solo dopo la saturazione delle rocce, e la durata di questo intervallo è funzione della precipitazione e della conformazione geognostica del bacino. Più oltre si dirà del progredire sotterraneo dell'onda di piena (pag. 160).

Buon numero di bacini carsici dell'Appennino centro-meridionale ospitarono anticamente *laghi permanenti* soggetti a oscillazioni stagionali di livello. La lenta colmata, e infine per alcuni la bonifica, contribuirono alla scomparsa del maggior numero di essi. Di molti resta il ricordo in documenti storici: così il bacino di Lenola aveva un lago ancora nel sec. XVIII come fa fede la carta del SEUTTER (v. cap. VIII) e ancor oggi è chiamato « Pantano ». Secondo la me-

desima carta un lago si estendeva nel lato orientale del piano di Rocca di Mezzo (Aquila). Il MAROCCO (v. cap. II), ai primi dell'800 ricorda il lago di Rojate.

Il SECCHI riferisce che al piano di Castelluccio nei M. Sibillini esisteva un lago prima del 1600 come testimoniano antiche cronache manoscritte (c). Anche nel bacino chiuso di Campo di Giove sotto alla Majella esisteva un lago, (e tale denominazione è rimasta fin verso la metà del secolo scorso), ridottosi a pantano periodico, oggi quasi scomparso (d). Mutamenti anche relativamente rapidi (qualche secolo) nell'idrografia dei polijie sono frequenti, causati dall'evoluzione della rete sotterranea. Tali, per la nostra regione, sono Pastena e soprattutto il lago di Canterno (v. cap. IV) che presentava, prima dell'attuale sistemazione, intermittenze eccezionali nelle annate particolarmente asciutte. Nel meccanismo dell'inondazione periodica dei polijie Dinarici e Appenninici esistono fondamentali differenze. Secondo la teoria dei vasi carsici comunicanti esposta dal LEHMANN (e), i polijie sono considerati come depressioni che interrompono la continuità della rete idrografica sotterranea delle masse calcaree. Le acque uscenti (risorgenti) da questi condotti sezionati dal versante interno del bacino, non riescono ad essere smaltite dagli inghiottitoi in periodo di piena.

Ora a differenza di questi, la maggioranza dei polijie appenninici oltre ad essere più modesta, giace a maggiore altitudine sul liv. di base onde il fondo non giunge a sezionare i canali sotterranei. Il meccanismo di inondazione è quindi semplificato avvenendo in massima parte per diretto apporto esterno e conseguente saturazione del piano che diviene allora impermeabile; quindi non per effetto di piene prodotte dall'eccessiva erogazione delle risorgenti che all'interno dei nostri bacini scarseggiano o mancano, ma per una temporanea impermeabilizzazione.

B) - DOLINE

CARSO COPERTO. — Con questo termine generico (f) si comprendono le forme cave prodotte indirettamente nei terreni non soggetti a carsismo, per effetto dell'erosione di rocce calcarifere sottostanti, ovvero le erosioni di queste anche quando non presentino corrispondenti cavità nei terreni di copertura. Nel Lazio questi ultimi sono specialmente tufi basaltici compatti o incoerenti e commisti a terre rosse, alluvioni ghiaiose, torbe, marne ed argille plioceniche.

Le acque circolanti nei tufi agiscono con particolare intensità al

contatto col calcare nelle zone periferiche dell'area vulcanica dove le rocce piroclastiche hanno limitati spessori. Si producono in tal modo delle cavità sotterranee cui corrispondono cedimenti superficiali repentini in tutto simili alle doline per crollo: tali gli sprofondamenti doliniformi di Galliciano e la Pozzarica di Artena.

Nella morfologia dei tufi della piattaforma romana s'incontrano depressioni pseudocrateriformi o anfiteatroidi, anche discretamente ampie, a platea piana o concava. Tali probabilmente il Pantano di Granaraccio (g), la Valle di Castiglione o dell'Osa che interrompe la colata leucititica di Laghetto, e l'ex Lago Regillo. L'origine deve attribuirsi non a cause endogene, bensì a fenomeni di suberosione nelle sottostanti formazioni calcarifere come banchi di ghiaie, calcari lacustri pleistocenici, lenti di calcari organogeni calabriani o anche calc. mesozoici i quali si approssimano in qualche luogo alla superficie senza peraltro affiorare. In alcuni giacciono depositi travertinosi abbandonati da sorgenti che alimentavano laghi ed acquitrini. Della formazione recente di alcune di tali depressioni se n'è tramandata memoria (laghetto di Mondo); esse possono formarsi anche per avvallamento graduale del suolo come conseguenza della sottostante dissoluzione. Il lago di Giulianello (Velletri) potrebbe attribuirsi in parte a questi fenomeni; la presenza di analoghe forme giacenti interamente nelle marne plioceniche, come l'alveo del lago Sini-baldi (Leprignano), concorre ad escluderne ogni presupposto eruttivo.

Il carsismo suballuvionale (h) della pianura Pontina innanzi ai monti Lepini ed Ausoni presenta doline cilindroidi o imbutiformi (*sprofondi*) che raggiungono la falda acquifera delle alluvioni quaternarie della pianura, con sponde alte meno di 1 m. Nella fase avanzata il laghetto si riduce a pozzanghera per poi scomparire. L'esistenza effimera dura anche meno di un secolo: il laghetto dei Vignali (Priverno) che ancora esisteva nel 1920 ed il Freccicale (v. cap. VII) sono oggi irricognoscibili. Sulla loro origine si formularono diverse ipotesi, dal PRONY (366) che li riteneva prodotti per compressione e cedimento delle torbe palustri sotto il peso di ghiaie ed alluvioni soprastanti, al DE ROSSI (80) che li credette prodotto dell'instabilità dei terreni fiancheggianti la frattura della base Lepina; MARINELLI (62) e BARATTA (281), pur accennando ai prossimi travertini di Cisterna, preferirono ricercare la causa nel prolungamento dei calcari mesozoici Lepini sotto l'unghia alluvionale Pontina. Quest'ultima ipotesi, seppure possa invocarsi la prossimità dei calcari cretacci, non può ammettersi per doline analoghe assai più lontane come il

lago di Cotronia, quello di S. Carlo ecc.; occorre poi tener conto della profondità cospicua alla quale si immergono i calcari che mai furono incontrati dai numerosi sondaggi eseguiti in più luoghi della pianura (i). Gli sprofondi vanno posti invece in relazione con la zona sorgentifera Lepina lungo la quale a poca profondità si protrendono le alluvioni calcarifere della conoide di Sermoneta con alternanze di lenti tartarose e travertinoidi deposte dalle acque continuamente migranti. Spuntoni di tali rocce affiorano intorno al L. di Cotronia, mentre lo sprofondo di Casa Affonata (57) è per intero scavato nei travertini estesi sotto ai depositi palustri ed affioranti a Cisterna. La disposizione in gruppi delle accennate cavità, corrisponde appunto al dorso delle lenti calcarifere. A più riprese furono incontrate concrezioni tartarose durante lo scavo dei canali nella zona pedemontana, grave ostacolo ai lavori di bonifica; la loro profondità si aggira sul metro (366) (368). Dove si dispongono a crostoni alternati con melme e torbe causano affondamenti progressivi del suolo per lenta dissoluzione dei vari livelli calcariferi: così dal 1833 al 1848 e nel 1875-76 si registrarono continui avvallamenti nel tratto inferiore dell'Ufente e al L. dei Gricilli; cedimenti avvenuti tra il 1850 e il 1875 travolsero il ponte allo sbocco del Fosso Pedicata lungo la via Appia (368). Quindi nella soluzione di rocce recenti piuttosto che nei calcari troppo profondi deve ricercarsi l'origine di queste forme. Quando siano molto ravvicinati si formano dei laghetti per associazione di sprofondi la cui origine è rivelata dalla configurazione sinuosa e lunata delle sponde (laghi del Vescovo, Gricilli). Ad essi contribuiscono sorgenti carsiche suballuvionali migranti ed altre con differente temperatura e mineralizzazione (Acqua Zolfa ai L. del Vescovo) (107), quest'ultime in relazione con probabili livelli lignitosi e, forse anche gessiferi delle molasse, profondamente sottostanti alla pianura Pontina.

Al carso coperto appartengono ancora gli *organi geologici* o tasche di decalcificazione, frequenti nei calcari turoniani degli Ernici ed in quelli *infraliasici* della Sabina. Hanno forma di sacco irregolarmente cilindroide semplice o composto, profondo fino a 6-7 m. Il loro sviluppo irregolare dipende fra l'altro, dall'ineguale procedere dell'alterazione del calcare per cui i fianchi sono sfioracchiati e irti di asperità. Il riempimento, tufaceo o commisto a terra rossa, diviene bruno-rossastro e argilloso al fondo; al contatto si nota un arricchimento di frammentini calcarei. Nell'insieme si tratta di una terra ocracea più o meno ricca di elementi vulcanici (miche e augiti),

talora predominanti (185) specialmente nel basso Lazio (20). A quelli più sviluppati corrispondono sul suolo delle piccole conche, paragonabili a minuscole doline causate da lento cedimento superficiale in corrispondenza di ciascuna cavità: si osservano allora dei campi a conchette erbose, d'aspetto ondulato, larghe da 0,5 a 2 m.

FORME INTERMEDIE. — Nei valloidi o nei ripiani, dove sui calcari fessurati giacciono coltri di terre rosse o di tufi terrosi poco potenti (da 1 a 5 m.) si formano *doline imbutiformi* il cui particolare sviluppo merita breve cenno. In un primo tempo l'erosione procede solo sotterraneamente all'ampliamento d'una o di un gruppo di diaclasi, con intensità variabile da luogo a luogo, ma più rapida nelle intersezioni o lungo zone di sbrecciamento milonitico per faglia.

Successivamente all'esterno in uno o più punti della superficie, principia a manifestarsi un ingoiamento del terreno in rapporto alla capacità del sottostante cavo diaclastico. Se la cavità è limitata, il processo si arresta producendo una dolina che rapidamente si colma. Se viceversa è notevole, continuando l'inghiottimento, al fondo dello dolina imbutiforme di terra rossa compaiono i labbri calcarei della fenditura o i blocchi che parzialmente la nascondono. Gli allineamenti di due o più cavità siffatte (fig. 18) sono frequenti ad esempio nei Lepini. E a questo punto possono prodursi due forme diverse: se la dissoluzione è favorita all'interno delle fessure da ruscellamenti lungo le pareti, sollecitati da una direttrice drenante verso un collettore sotterraneo, si determina col tempo una voragine al fondo della dolina (= jama). Qualche volta il fenomeno è rapido e accompagnato da sprofondamento (Ousi al Piano delle Faggeta sotto il M. Semprevisa). Se invece (caso più comune) la diaclasi ad una certa profondità trovasi occlusa dal detrito terroso per mancanza di correnti idriche di trasporto, viene a stabilirsi la condizione propizia per l'erosione estensiva al contatto detrito terroso-calcare, nel luogo di convergenza delle direttrici del flusso superficiale e dell'assorbimento. Ne consegue la formazione di doline normali (nel senso assegnato dal CVIJIC) la cui superficie però appare quasi tutta coperta dal terreno che ne segue il progressivo ampliamento modellandosi sulla sottostante cavità del calcare (altopiani Sublacensi; Piano delle Faggeta, P.no della Croce). Raggiunta così una minore inclinazione dei versanti terrosi, le acque vengono assorbite dalla circostante rete diaclastica e sempre in minore quantità dal centro della dolina. Le diaclasi a lor volta si ostruiscono ad un certo momento dello svilup-

po (non contemporaneamente!), in modo che la dolina, raggiunta una certa dimensione, arresta lentamente il proprio accrescimento. Può altresì accadere che l'afflusso del riempimento alloctono (anche per movimenti di soliflusso) controbilanci il sottostante processo dissolutivo provocando un arresto apparente nello sviluppo esterno. In alcuni casi anzi, l'erosione del calcare è favorita dal contatto col riempimento costantemente umido, semprechè questo non superi una determinata pressione per unità di superficie e non sia eccessivamente argilloso, permettendo la permanenza di veli idrici. Processi analoghi furono osservati dal TERZAGHI (l) per il carso Croato e dal LEHMANN (m) in Austria e nei Balcani giungendo alla generalizzazione, eccessiva, del fenomeno, per cui anche le doline dei calcari privi di copertura terrosa si sarebbero formate sotto un suolo oggi scomparso.

DOLINE NORMALI. — Si osservano disposte in gruppi e file sugli altopiani e sulle dorsali, dove lo spartiacque appare più incerto, ovvero sulle sommità più esposte agli agenti esodinamici. L'allargamento progressivo, assecondato dal terreno dilavato dai pendii circostanti, raccolto sul fondo, provoca la cattura delle doline fra loro (fig. 17) con formazione di cavità poco profonde a ciotola o a piatto, a forma di 8, ellittiche, reniformi o piriformi (fig. 18) e vallecole o depressioni allungate dal perimetro irregolarmente sinuoso. Si delinea così un paesaggio a collinette, cocuzzoli, *dorsi allungati* (i Colli tra Veroli Collepardo; i Colli Capulati presso Trevi; le Schiene d'Asino al Monte Gennaro) che ricordano l'aspetto delle rocce montonate d'origine glaciale con le quali ultime furono talvolta confuse nell'alto Appennino. La prima fase del ciclo quindi offre un paesaggio con doline ben individuate e separate; l'ultima invece, per l'avvenuta anastomosi delle depressioni, presenta piccoli dorsi isolati

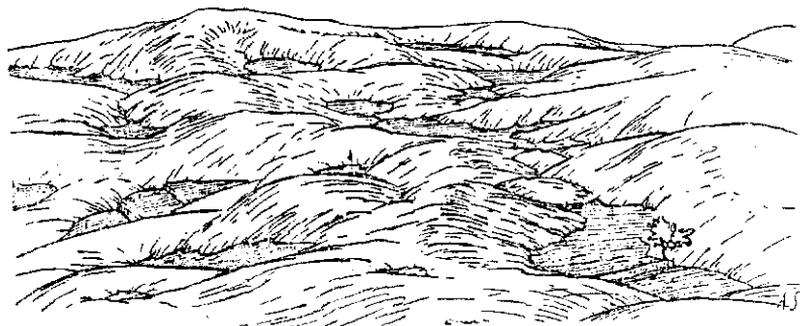


Fig. 17. — CAMPO DI DOLINE NORMALI in via di cattura reciproca (Sella Visano, M. Ausoni).

(*testimoni*) con scomparsa delle doline. La fig. 17 rappresenta una condizione di sviluppo intermedia. Può accadere che per un ringiovanimento del ciclo si producano nuove doline entro altre già mature, avendosi in tal modo il profilo gradinato delle *doline composte* che però occorre ben distinguere da quello prodotto per diversa resistenza della roccia o dalle testate di strati (Fossa della Volpe).

Le *doline dei travertini* (Cisterna, Guidonia, Tivoli, ecc.) hanno aspetto allungato, poco profonde (da 1 m. a 2 al massimo) col fondo tabulare, in conformità della giacitura orizzontale del travertino. Si formano per corrosione laminare della roccia finemente stratificata, che così assottigliata e ridotta si spezza cadendo in croste (fig. 18).

Nelle *doline di pendio* l'erosione procede speditamente sul margine a monte mentre si spiana la soglia e il diametro maggiore si dispone per lo più secondo il pendio. Il dilavamento e i franamenti delle pareti più alte rialzano successivamente il fondo livellandolo; quando il riempimento raggiunga la soglia ne risulta una forma circoide ad anfiteatro, propria di una fase progredita già notata nell'Appennino Abruzzese (n). Le doline di pendio sono soggette ad essere catturate dall'erosione rimontante di piccole valli, erosione attivata talvolta dalle medesime acque assorbite dalla dolina e drenate dal fosso: incisa la soglia, la parete opposta della dolina forma la testata della valle con la scomparsa del primitivo aspetto di cavità chiusa (fig. 18). Allorchè diverse doline vengano impostandosi per es., lungo un giunto di strati inclinati, si formano *catene di doline*, che possono essere catturate o catturarsi reciprocamente, originando particolari allargamenti riconoscibili nelle parti medie ed alte di molte piccole valli (Tav. III-2).

Le *doline marginali* o *pedemontane* sono doline di pendio per lo più incomplete (semidoline) aperte al piede dei rilievi (fig. 18) (p. es.: sotto ai M. Lepini). Alla loro formazione concorrono le acque sorgive drenate dalla montagna soprastante che ne minano l'unghia rocciosa provocando scoscendimenti semi-imbutoformi con accrescimento concentrico.

Raggiunta una certa dimensione per franamenti parziali, i cui archi di distacco (o) rimangono a lungo evidenti, le semidoline si avviano alla maturità, e l'accumulo dei detriti seppellisce le sorgenti. Le acque son costrette ad affiorare in altro luogo lateralmente alla dolina stessa o nelle alluvioni della pianura antistante, oppure vanno ad arricchire la portata di altro gruppo di polle in qualche prossima dolina accelerandone la evoluzione.

Siffatte cavità possono disporsi tanto ravvicinate da unirsi; rag-

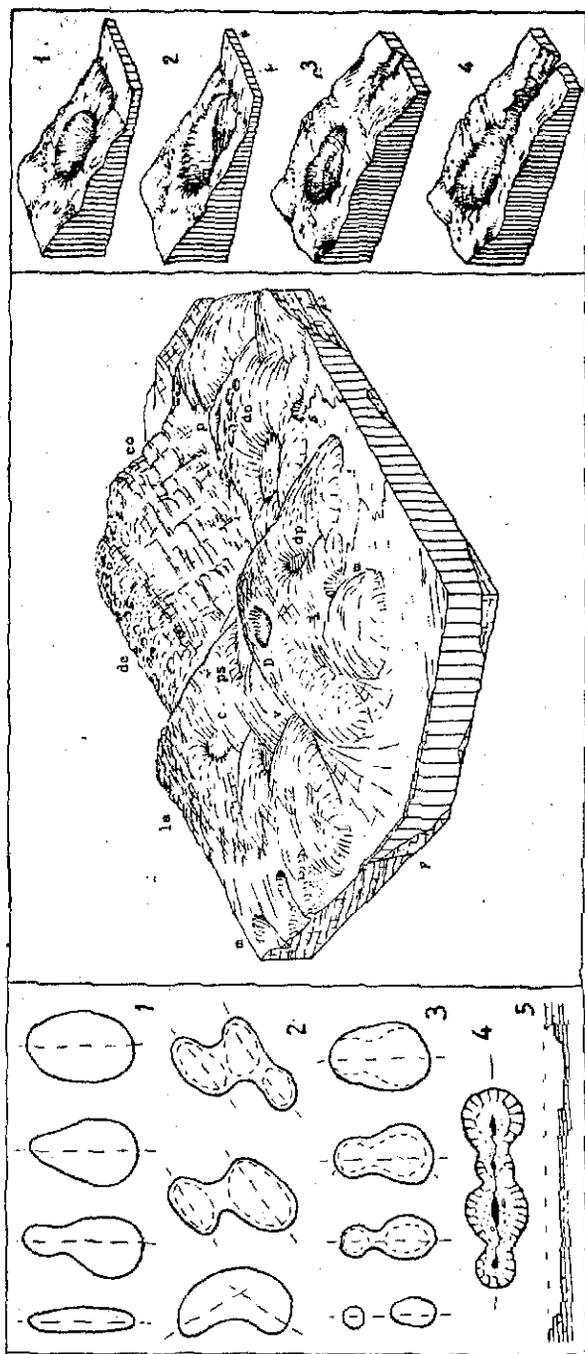


Fig. 18. — FORME CARSICHE ESTERNE. A sinistra: perimetri delle doline. 1, semplici; 2, determinati da un sistema diaclastico principale; 3, sviluppo di una dolina per cattura di due dol. minori; 4, dol. diaclastica del piano delle Faggete nei M. Lepini; 5, sezione di una dolina dei travertini (Cisterna).

In centro: morfologia carsica a facies abruzzese. *dc*, dorsale carsica dolinata; *la*, lapiez; *co*, costiera in corrisp. di un faglie marginale *F*; *D*, dolina cacuminale di sprofondamento; *n*, semidolina pedemontana; *dp*, dolina di pendio; *do*, dol. pedemontana con sorgente; *do*, campo di doline; *c*, piccolo circoide carsico; *v*, valle asciutta (canale) per cattura di una serie di doline di pianelli; *ps*, conca carsica di sella; *p*, serie di pianelli e uvale su un gradino tettonico.

A destra: 1, 2, *Trasformazione di una dolina per erosione rimontante di un fossato.*

giunta la maturità, si stabilizzano e presentano margini arrotondati, con rigogliosa vegetazione nell'umido centro.

DOLINE DI CROLLO. — Le doline per sprofondamento e crollo sono frequenti nel Lazio assai più di quanto comunemente si ammette. Secondo il luogo ed il modo di formazione distinguiamo :

a) *Doline per sprofondamento superficiale*, originate da cavità sotterranee prossime alla superficie. Queste a lor volta possono prodursi per una successione di crolli parziali di un certo numero di cavità minori ed un conseguente processo di ampliamento; per crollo repentino della volta di una sola grande caverna o di un segmento di grotta; ovvero per distacchi parziali della volta e conseguente progressivo allargamento dell'apertura (centrale o marginale secondo la posizione). Possono allora verificarsi due casi estremi secondochè il sotterraneo sia più sviluppato nel senso verticale o in quello orizzontale: del primo tipo son le *voragini campaniformi regolari*, come il P.zo Fracidale, o *allungate* secondo una frattura, come P.zo Calleraro; del secondo tipo i *pozzi a coppa rovescia* come il P.zo di Cerreto. La demolizione della volta si rallenta procedendo centrifugamente verso i piedritti, dove acquista maggiore spessore; ne risulta una *dolina puteiforme* dove si scorgono ancora le tracce sporgenti dell'antica volta (il Catino di Sabina, l'Arnato dei Bufali, lo sprofondo di Casa Affonnata) con qualche stalattite come al Pozzo Santullo (Tav. IV-2).

Tra le doline formate per il franamento di tratti di grotta, ricordiamo i belli esempi del Fossellone al Circeo, della grotta dell'Arco a Bellegra e la dol. di Fonte Vecchia presso Tivoli (fig. 8), che ancora conservano l'antico ingresso sotto forma di arco naturale e, dal lato opposto, il proseguimento della primitiva grotta (Tav. V-3; VI-1).

b) *Doline per suberosione* (relativamente) *profonda*. Son quelle che, contrariamente alle precedenti, non mostrano visibili in nessun luogo residui del sotterraneo che causò il crollo, ma sono prodotte dall'improvviso sprofondamento delle rocce sovrastanti il cui spessore è maggiore dell'altezza della sottostante cavità. Una caratteristica di molte doline siffatte è la loro periodica riapertura nel medesimo posto (Leprignano, Artena, Passerano) pel ripristino di cavità sotterranee o per il loro crollo incompleto. Sprofondamenti di questo genere sono stati riferiti fin dall'antichità (83); tra i più recenti ricordiamo la dolina di Passerano del 1824, quella di Montecelio del 1916, la dol. di Artena del 1850; nel 1927 si aperse improvvisamente una

cavità sotto al M. Semprevisa e, nella stessa zona, ne osservai di recentissima formazione (Tav. V-4). A N di Roma il Lagopuzzo (Leprignano) si formò nel 1856, il lago Nuovo nel 1895 e nuovamente il Lagopuzzo nel 1928.

L'esame di cavità messe a giorno durante lavori di cava alle falde dei M. Lepini ha permesso di riconoscere l'aspetto assunto dal calcare durante la preparazione sotterranea di un crollo. Premessa importante è la presenza di una superficie di distacco continua prodotta da un sistema diaclastico latente combinato con i giunti di stratificazione. Successivamente perfezionato e lubrificato da acque di im-



Fig. 19. — DOLINA DI SPROFONDAMENTO SUBALLUVIONALE di Lagopuzzo nel giugno 1945.

bizione chimicamente attive, viene a delimitare del suo insieme un *prismoide* di roccia. All'interno il calcare appare composto da frammenti che si sostengono per contrasto reciproco al disopra di una cavernosità. Il fenomeno accade di preferenza in zone di faglia o ad immediato contatto con queste.

Per la diminuita resistenza offerta dal prismoide alle spinte della massa circostante, avvengono frane interne che riempiono buona parte del sotterraneo; l'insieme assume allora l'aspetto di un ammasso instabile di blocchi: formazione della *sacca di crollamento*. Rispetto all'equilibrio generale del prismoide, la intera sacca, sebbene per 2/3 colma di pietroni, si comporta come una cavità di volume molto maggiore alla precedente limitata in alto da uno spazio vuoto largo e basso (cavità di II formazione). Allorchè le superfici di scollamento, ulteriormente perfezionate, e lubrificate da infiltrazioni di veli argillosi, permetteranno alla gravità di compiere la sua opera,

si verificherà, con lo sprofondamento del soprastante diaframma roccioso, l'assestamento del prismoide, producendosi così il vistoso fenomeno del crollo. A determinare il momento, sono sufficienti ad es. le piogge persistenti, che imbevendo la roccia, ne superano il limite di carico come accadde per il crollo di Montecelio.

I numerosi sprofondamenti carsici sopra menzionati, avvenuti alla presenza di testimoni e diligentemente descritti dal PONZI, dal RATTI, dal FOLGHERAITER, dal MODERNI, dal DE ROSSI e dal CREMA, permettono di distinguere le fasi del fenomeno.

I) Una limitata area di suolo, circoscritta da una fenditura si avvalla; qualora scorrano acque in prossimità, vi si scaricano dentro con rumore di cateratta (Leprignano). Questa *fase premonitoria* dura da poche ore a 4-5 giorni accentuandosi via via, ma può anche mancare (Montecelio).

II) Segue lo sprofondamento improvviso, accompagnato da fragore simile a scariche di artiglieria, composto da una o più detonazioni successive e dallo sprigionamento di una nube di polvere (Leprignano, Montecelio), accompagnata da un violento spostamento d'aria. La nube dapprima si estolle in altezza per poscia espandersi sul terreno circostante. In alcuni casi (Artena, Montecelio, Corcolle, Leprignano) è stato notato un sensibile tremito del suolo; questa *fase del crollo* dura pochi istanti.

III) la cavità così apertasi presenta pareti ripide contornate da crepacciature periferiche; talora il suolo appare bagnato all'intorno (Montecelio, Leprignano). Poi la dolina tende ad allargarsi per franamenti parziali, concentrici alle pareti; i distacchi frequenti al principio, si diradano viepiù fino alla stabilizzazione. Questa *fase di assestamento* si protrae per circa un anno.

IV) La dolina comincia ad empirsi di materiale detritico e ad essere modellata dall'erosione normale. La *fase di demolizione e riempimento* può durare, secondo le condizioni locali, relativamente a lungo, ovvero in breve cancellare ogni traccia del fenomeno secondo la resistenza del terreno.

Così della dolina di crollo di Montecelio dopo soli 32 anni rimangono scarse vestigia; il lago Nuovo di Leprignano, dopo 50 anni si riconosce appena; della dolina di valle S. Croce (Artena) dopo meno di un secolo non resta traccia alcuna; lo stesso dicasi per lo sprofondo dei Vignali (Priverno), per il 3° laghetto di Percile, per il volubro di Rocca Massima, indicato dall'AMETI (256) di cui resta sul luogo il solo nome Lubro.

Le doline di crollo in corso di demolizione mantengono forme loro proprie che le distinguono da quelle normali: così le pareti rocciose ripide e, sul fondo, i massi residui del crollo. Dalla forma a pozzo (Pozzo Santullo, Fossa Ampilla, P.zo Corvo, P.zo dei Casali, dol. di Fonte Vecchia) (Tav. IV) si passa alla *dolina imbutiforme*: quando la natura della roccia e la disposizione degli strati siano favorevoli, viene demolita la porzione strapiombante delle pareti e coni detritici si addossano alla base congiungendosi nel mezzo, mentre superiormente permane un anello roccioso. Può aversi profilo *simmetrico* come la dol. orient. di P.no Quartara e il Merro Secco, ovvero *asimmetrico* quando il riempimento avvenga in maggior misura lateralmente come alla Fossa Grande di S. Angelo e al Revotano di Roccantica. Un ulteriore progresso si manifesta con lo spianamento del fondo per deposizione di materiali terrosi dilavati: infine, nella condizione di *imbuto colmato* le pareti rocciose restano sepolte dal detrito e sopravanza solo qualche raro scoglio.

Queste trasformazioni non si verificano per tutte le doline di crollo, e per ciascuna forma varia la durata di persistenza: così ad es. quando la volta della cavità sia stata sottile, rimarrà lungamente il tipo puteiforme (Pozzo Santullo); quando il crollo sia stato più profondo, fin quasi dall'inizio, si avrà il tipo a imbuto. Le forme incomplete e aperte di lato, più facilmente soggette a riempimento sono proprie delle doline di crollo su pendii o pedemontane come alla Brece dell'Asinaro ad Artena, all'Arnale dei Bufali a Sezze, al Catino in Sabina.

LAGHI DI DOLINA. — In molte doline si osserva la presenza di laghetti, specialmente frequenti nel Lazio meridionale (M. Simbruini, Ernici, Lepini) dove son chiamati *volubri*. Se ne distinguono di varie specie:

a) *laghi causati dalla impermeabilizzazione del fondo* delle doline per opera di terre rosse o tufi vulcanici terrosi argillificati. Alcuni sono costanti pur riducendosi d'estate, molti altri in quella stagione si prosciugano (la Buca al Piano di Arcinazzo, i laghetti di Percile, i laghetti a N di M. Malaina nei Lepini (Tav. II-1), e la maggior parte dei volubri).

b) *Laghi temporanei*, prodotti durante le precipitazioni invernali per saturazione delle fessure del calcare. Di questo tipo era il ristagno del Catino di Mandela.

c) *Laghi dovuti all'affioramento di una falda acquifera man-*

tenuta da una roccia impermeabile appoggiata perifericamente al calcare della soprastante dolina: tale il laghetto del Merro di S. Angelo (calc. dell'Infralias, tufi vulcanici, e plioc. (Tav. II-2). A questo tipo vanno aggiunti i laghi delle doline alluvionali e suballuvionali alimentati da falde quasi superficiali (sprofondi Pontini, la Bagnatora di Corcolle) oppure da fossi affluenti (Lagopuzzo) o da sorgenti per la cui erosione si produsse l'alveo doliniforme (lago di S. Giovanni (91) (92), i laghi del Vescovo, sprofondo di Casa Affondata).

C) - MICROCARSIAMO E LAPIEZ

L'evoluzione di un lapiez (p) nella nostra regione comincia dapprima con la scultura del calcare: ha molta importanza la corrosione operata dalle associazioni di vegetali inferiori, dalle radici (specialm. *Juniperus comm. var. montana*) e particolarmente dalla condensazione della umidità atmosferica sulla roccia e dalla lunga permanenza del manto nivale in stato di fusione nelle zone più alte. Tale scultura avviene per *scannellamento* (superf. inclinate e testate degli strati) e *terebrazione* canalicolare o per fori tubolari o vermicolati concentrati nelle plaghe più calcarifere. Per anastomosi delle perforazioni secondo direttrici di fissilità si formano in un secondo tempo solchi con delimitazione di aree grossolanamente quadrilatero o allungate a losanga; in generale si riconosce un parallelismo della rete dei solchi, relativamente proporzionale all'inclinazione della superficie rocciosa.

Nelle zone più alte del Lazio e dell'Abruzzo anticamente glacializzate, la scanalatura segue tendenzialmente preesistenti striature glaciali, cancellate dal progredire del lapiez. In un terzo tempo per allargamento dei solchi, i setti da larghi divengono a lama o più di frequente cuspidati con formazione di sacche di terra. Successivamente aumenta la superficie terrosa commista a pietrame, si formano doline di lapiez e pozzi scannellati. Secondochè il calcare giaccia a banchi o a strati, il lapiez cambia grandemente d'aspetto. Calc. massicci in condizioni favorevoli presentano *lapiez ruiniiformi* o a guglie, singolarmente somiglianti alla neve penitente (Tav. I-3); calc. a stratificazione più sottile, per continuo processo di spezzettamento lastroide, originano *campi di pietrisco* (Tav. I-2) talora tanto estesi da formare deserti carsici (Tav. I-1). Rispetto alla posizione topografica si riconoscono lapiez di vetta, lapiez di pendio, lapiez pede-

montani: i primi e gli ultimi morfologicamente più sviluppati per il lungo indugio dell'acqua e dell'umidità sul terreno poco inclinato. Infine vi sono *lapiez costiere*, nei calc. cristallini infraliasici (Circeo, Gaeta) con fitte frastagliature per corrosione operata dagli spruzzi minutissimi dell'acqua marina, caratterizzati dalla assenza di ogni traccia di pietrisco, limitati alla fascia rocciosa larga poche decine di metri compresa tra il mare ed i primi lembi di copertura terrosa al limite della vegetazione (q) (Tav. I-4).

NOTE

- (a) Nei casi dimensionali limite, la distinzione tra grande dolina (uvale) e polijie dipende dal giudizio dell'osservatore. In questo studio sono considerati come polijie i bacini che presentino le tracce d'un talweg e precisamente quando le dimensioni siano tali da permettere alle acque meteoriche di affluire ed erodersi prima di venire assorbite, ciò che per solito non si verifica nelle doline e negli uvala.
- (b) GIÀ O. MARINELLI, *Atl. di tipi geogr. desunti dai rilievi 1: 50.000 dell'I.G.M.I.* (Firenze 1922, lav. 15a) riteneva che i polijie abruzzesi fossero resti di valli plioceniche ultra-affondate. Il MARUSSI ha riconosciuto nel Carso le tracce dell'antico Timavo subaereo in una successione di bacini chiusi, valli carsiche e uvala (MARUSSI A. - *Il Paleotimavo e l'antica idrografia subaerea del carso triestino*. Boll. Soc. Adriatica Sc. Nat., 38, p. 127; Udine 1941).
- m. *Ipotesi sullo sviluppo del carsismo; osserv. sul Carso Triestino e sull'Isriva* (Giornale di Geol., Ser. II, 15; Bologna 1941).
- (c) LINCEI P.N., 13, 95; 1839/00. Nella carta *Nuovo et vero disegno della Marca di Ancona con li suoi confini*, in Venezia presso FERRANDO BERAELLI l'anno 1565 (Bibl. Alessandrina, Roma) trovasi disegnato un *Lago di Norcia*, che probabilmente è quello stesso di Castelluccio (forse *tempocaneo*, ma in quel tempo *periodico*). Non lungi è indicata anche la *gr. d. Sibilla*. Bisogna però tener conto, come suggerisce l'ALMAGIÀ, che potrebbe invece quella dicitura riferirsi all'allora notissimo *Lago di Pilato* al Vettore. Eppure la posizione e le dimensioni di questo disegno, nonché la citazione del Secchi, tendono ad escludere l'identità col L. di Pilato. Nel 1924 per le piogge eccezionali si riformò per alcuni giorni il lago di Castelluccio (v. *Lacet-Boveciana C. - I Monti Sibillini*, C. N.R. 10; Ricerche sulla morf. e idrogr. carsica, n. 1; Bologna 1948 - a pag. 25). L'ultimo residuo è il laghetto del Piano Piccolo.
- (d) FOLCHERATER G. - *Intensità orizzontale del magnetismo terrestre a Campo di Giove nel l'Abruzzo* (Roma 1899, in nota).
- (e) LEHMANN O. - *Die Hydrographie des Karstes* a p. 88 e segg. (Wien 1932).
- (f) RICHTER E. - *Beiträge zur Landeskunde Bosniens und der Herzegowina* (Wiss. Mit. Acc. Bosc. Herzog., 10, 1907).
- PENCER A. - *Das unterirdische Karstphänomen* (in Cvijic' Festschr., Belgrad 1924).
- KATZER F. - *Karst. u. Karsthydrographie* (Z. Kde d. Balkanhalbinsel, 8, Sarajewo, 1909); MAULL O. - *Die Formenschatz des Karstes und die Karstlandschaft* (in: Geomorphologie, Wien 1938), chiamano *carso coperto* (bedeckten K.) quelle forme superficiali del calcare riempite o coperte da altri terreni più recenti del loro modellamento (= *carso fossile*). Il c. *sotterraneo* (Unterirdischen K.) invece indica le erosioni più recenti dei soprastanti terreni insolubili di copertura, cioè nel senso usato nel presente capitolo. A questo appartengono anche le doline alluvionali.
- (g) DE ANGELIS D'OSSAT G. - *Bonifica idraulica del Pantano di Granaraccio nella Campagna Rom.* (Boll. Soc. Ing. e Archit. II, n. 50; Roma 1905).
- (h) Le *doline alluvionali* si formano in terreni detritici essenzialmente calcarei. Le *dol. suballuvionali* (delle generalmente alluvionali) invece son quelle che, provocate dall'erosione di una roccia calcarea, si formano in una sovrastante coltre alluvionale non calcarea (torbe, limi, argille, ghiaie ecc.). Un caso speciale è quello presentato dai tuffi vulc. del Lazio.

- 4) CLERICI E. - *Pozzi trivellati nella regione Pontina* (Lincei P.N. 88, 254; 1935).
 ID. - *La geologia dell'agro Pontino* (Ist. Studi Romani, Roma 1935).
 NOVARESE V. - *Trivellazione profonda nell'Agro Pontino* (Uff. Geol., 55; 1930).
- 5) TERZAGHI K. - *Beitr. z. Hydr. u. Morphol. d. Kroatischen Karstes* (Jb. d. K. K. Ungar. Geol. Reichs. Anst., 20, 6; 1913).
- 6) LEHMANN O. - *Ueber die Karstdolinen* (Mitt. Geogr. Ethnogr. Gesell. Zürich, 31, 43; 1930).
- 7) ALMAGIÀ R. - *Alcuni fenomen. carsici nell'Abruzzo Aquilano* (S. Geogr. II., 937; 1910).
- 8) MORI A. - *I fenomen. carsici dell'Orbetellano e del Capalbiense* (Mem. Soc. Geogr. II., 17, 118; 1932).
- 9) CVIČIĆ J. - *The evolution of lapies* (Geogr. Review, 14, 26; N. Y. 1924).
 KRAMER H. - *Systematik der Karrenbildung* (Peterm. Mitt., 1935).
 LINDNER H.G. - *Das Karrenphänomen* (Peterm. Ergänz., 208; Golha 1930).
 LUGEON M. - *Les Hautes Alpes Calcaires* (Mém. p. la carte Géol. Suisse, 80; 1914-15).
 ECKERT M. - *Das Gottesackerplateau, u.s.w.* (Z.schr. D.Oe.A.V., Wiss. Erg., 1, 3; 1902).
- 10) Un accenno a questo tipo di lapiez è riferito in: MORI A., *I fenomeni carsici dell'Argentario* (Atti 8° Congr. Geogr. II.; Firenze 1921, a pag. 146).

CAPITOLO XIII

CARSISMO SOTTERRANEO: VORAGINI E GROTTE

CARATTERI GENERALI DELLE CAVITÀ SOTTERRANEE. — Nella distinzione dei diversi aspetti del carso sotterraneo è necessario tener conto partitamente della disposizione topografica, della configurazione morfologica, della funzionalità idrologica e della tettonica locale. I sotterranei sono sviluppati sia longitudinalmente quanto verticalmente: tra i primi gli *antri*, lunghi pochi m. e privi di diramazioni (gr. di S. Leonardo, gr. Cupa); le *caverne*, costituite da unico grande ambiente (gr. delle Capre, gr. dell'Acquedotto, gr. delle Fontane, gr. di Collepardo); le *grotte semplici a livello unico*, formate da una galleria modesta e uniforme (gr. della Mandorla, gr. di S. Luca, gr. del Cauto, gr. di S. Sozio), o con *ramificazioni* collaterali (gr. di Corniano, gr. dei Briganti di Vallecorsa), ovvero *composte* da una successione di caverne e sale collegate da gallerie e cunicoli (gr. dell'Arco, gr. dell'Inferniglio); le *grotte a più livelli* o *ramificate* (gr. di Pastena, gr. di Luppa, gr. di Varri, gr. del Pozzavello).

Le cavità a sviluppo verticale, tenuto conto della loro sezione principale si distinguono in:

Voragini a pozzo, se regolarmente cilindroidi; *botriche*, se il diametro maggiore giaccia tra l'apertura e il fondo (Meri del Soratte). *Voragini a bottiglia*, strette in alto, via via più larghe inferiormente (Pozzo dell'Isola). *Voragini campaniformi*, caverne a pianta circolare con apertura nella volta (Pozzo Fracidale) o a pianta allungata (Pozzo Callararo). *Voragini a clessidra*, più strette nel mezzo o for-

mate dalla giunzione mediante pozzo, di una dolina con sottostante caverna (Ovusi delle Fäggeta). *Voragini a calza*, se terminano con breve grotta (fig. 20).

Distinguiamo inoltre le *voragini elicoidali* discendenti a spira come una scala a chiocciola (Pozzo Candelone) e le *voragini multiple*, composte da più pozzi vicini collegati da un sotterraneo comune. Secondo poi il prevalere di segmenti orizzontali o verticali, si hanno le *grotte a voragini* e le *voragini-grotte a gradinata*.

Riguardo all'origine si distinguono le *voragini per corrosione* scavate principalmente dalla dissoluzione (pozzi carsici cilindroidi, pozzi scanellati dei lapiez); le *voragini diaclasiche*, formate per modellamento di fessure beanti del calcare a costante parallelismo delle pareti (fig. 8); le *voragini per sprofondamento* della volta (Pozzo l'Fracidale, Pozzo Callararo) delle quali una forma più matura è rappresentata dalle doline puteiformi, e come queste prodotte da perforazione più ampia della volta di caverne.

In dipendenza delle condizioni strutturali degli strati calcarei distinguiamo *grotte d'interstrato* o giunto (Tav. V-2) quando seguono la giacitura degli strati e la sezione trasversale appare allungata nel senso della larghezza; *grotte diaclasiche* (= Klufthöhlen) (Tav. V-1) con sezione sviluppata in altezza; *grotte miste*, più comuni, nelle quali si combinano i due tipi precedenti, prevalendo l'uno o l'altro, secondo la minore resistenza offerta localmente ai processi erosivi. In un medesimo sotterraneo possono quindi coesistere i vari tipi alternandosi o combinandosi tra loro. Dove la roccia sia stata milonitizzata in prossimità d'importanti dislocazioni possono presentarsi *cavità per frantumazione minuta*.

Secondo la funzionalità idrologica si distinguono le *cavità assorbenti* che, non possedendo un vero e proprio bacino imbrifero sono percorse da correnti idriche soltanto occasionalmente (tali gran numero di voragini, pozzi e doline); le *cavità attive perennemente*, attraversate da acque correnti tutto l'anno (condotti di sorgenti perenni); *attive periodicamente* (condotti di risorgenza) cui appartengono le *grotte di attraversamento* (= Percées, Flusshöhlen) (a) che rappresentano l'aspetto più grandioso del carsismo sotterraneo continentale appenninico.

Alla formazione delle cavità sotterranee concorrono in modo diverso l'azione chimica dell'acqua (corrosione), la gravità e le azioni meccaniche (erosione), gli agenti meteorici (disfacimento termoclastico) e le azioni idrodinamiche (acque correnti, abrasione marina).

CAVITÀ PER DISFACIMENTO CLIMATICO. — Le costiere calcaree delle zone più alte ed esposte sono soggette ad un più intenso sfacelo. Dove presentano condizioni strutturali favorevoli si formano *semicaverne* poco profonde, con tendenza all'allargamento trasversale secondo gli interstrati; se prevalgono diaclasi, si originano *nicchioni* allungati in altezza per un continuo processo d'innalzamento della volta, che in sezione longitudinale presenta l'aspetto di gradinata inversa. Finiscono per ridursi a *semivoragini* e poscia a *canalone detritico* (fig. 20-V).

GROTTE CARSICHE-MARINE. — Sono scavate in diaclasi delle falesie lungo le quali si effettua il drenaggio dei soprastanti calcari in coincidenza col battente marino. Per l'insieme di queste condizioni l'azione del mare si esercita efficacemente scavando grotte di limitata estensione, composte di due parti ben distinte. Alla parte anteriore, spaziosa e domiforme (gr. delle Capre) è limitato il modellamento esclusivamente marino: presenta uno o due ingressi e nicchie di abrasione. Dalla caverna anteriore s'interna la grotta carsica in salita, alta e stretta (diaclasica) o a cunicolo (fig. 13) o con ambienti minori a stalattiti e stalagmiti (gr. del Fossellone). Il primo ambiente può essere invaso dal mare solo in parte o interamente, ovvero la grotta trovarsi sollevata rispetto al livello marino attuale (b). *Grotte costiere* son quelle che s'aprono nella falesia direttamente sul mare, *litoranee* quando innanzi ad esse si stenda una spiaggia.

Molte di tali grotte si trovano in uno stadio di demolizione progredita che comincia con la formazione di aperture sulla volta (gr. della Maga, gr. del Fossellone) quindi apertasi completamente la caverna, rimane un' *insenatura* colma di blocchi limitata da una gran *nicchia* ultimo residuo del sotterraneo (gr. dell'Isolotto).

GROTTE DI ATTRAVERSAMENTO. — (=Percées hydrogéologiques) Sono scavate dall'emissario dei bacini chiusi per autosotterramento attraverso uno sbarramento calcareo ponendo in comunicazione il bacino con una vicina valle esterna ad esso. Generalmente sono prive di ramificazioni, o, se ci sono, di scarsa importanza; hanno percorso sovente tortuoso, formato da segmenti disposti lungo piani diaclastici. Il profilo longitudinale gradinato (fig. 20) è composto da segmenti orizzontali o inclinati, interrotti da salti, pozzi e voragini domiformi con prevalenza degli uni o degli altri secondo la distanza e il dislivello tra gli estremi del sotterraneo. Il profilo nel

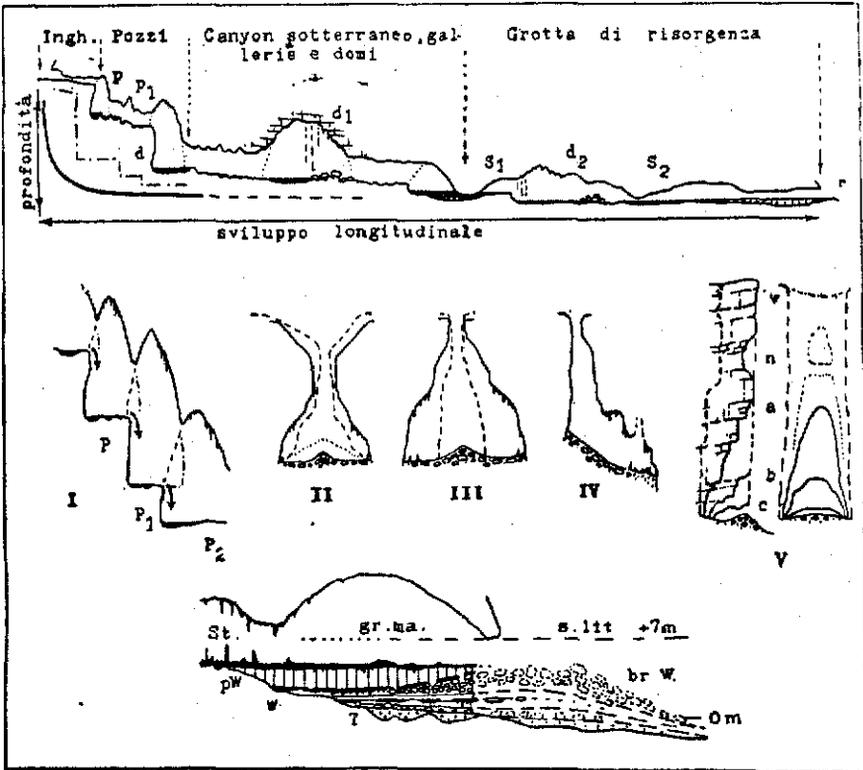


Fig. 20. — FORME CARSICHE SOTTERRANEE. Sopra: Profilo schematica di una grotta d'attraversamento dell'Appennino centro-meridionale. *p*, pozzo di raccordo; *p₁*, pozzo di raccordo in via di escavazione attiva; le zone d'inghiottimento e dei pozzi sono quelle dove più comunemente avvengono catture per sotterraneo e raccorciamento del *l'alweg* ipogeo; *d*, grande domo di raccordo con lago; *d₁*, domo per attivo disfacimento di zona fratturata; *S₁*, sifone a chiusura idraulica; *d₂*, ambienti a galleria; *S₂*, galleria di uscita con depositi alluvionali (conoide sotterranea); *r*, risorgenza.

In mezzo: Profili particolari. I, gradinata di pozzi a campana, fra loro secanti (*P₁*, *P₂*); II, voragine a clessidra; III, voragine campaniforme e a bottiglia (tratteggiato); IV, vor. a calza; V, formazione di cavità per disfacimento in una costiera calcarea e, altro a fenditura orizzontale; *b*, *a*, nicchie in fase di ampliamento; *n*, nicchia sospesa; *r*, demolizione, semivoragine).

Sotto: Schema di una grotta costiera con stratigrafia del riempimento. *gr.ma.*, Ambiente d'escavazione marina; *st*, grotta carsica con concrezioni; *pw*, post Würmiano (neo ed eneolitico); *w*, terreni a facies continentale fredda (*br w.*, detriti calcarei, Würmiano, paleolitico); *T*, spiaggia tossile tirreniana II; *Om*, livello mar. attuale; *s. lit*, livello marino tirreniano; soleo con perforazioni di litofagi; stagnanti in nero, punteggiata la parte di riempimento asportato dalla trasgressione marina post-glaciale (v. anche bibl. A. C. BLANC).

suo insieme, tende manifestamente ad avvicinarsi ad una curva di equilibrio quale si osserva nei corsi d'acqua subaerei, comportandosi come uno di questi completo tra la sorgente e la foce. La direzione delle grotte d'attraversamento da noi esplorate segue per lo più la massima pendenza secondo le leggi dell'idraulica (pag. 160) utiliz-

zando tutti i punti più deboli offerti dalla condizione strutturale e chimica del calcare. Nella tabella di pag. 153 sono riferiti gli elementi metrici delle principali grotte di attraversamento del Lazio.

Contrariamente a molti sotterranei della stessa natura esplorati in Francia, in Svizzera e nel Salisburgo (c) nessuno di questi da noi visitati presenta contropendenze lungo il percorso; tale fatto trova la sua ragione nella semplicità tettonica locale e nell'assenza di ripiegamenti dei complessi calcarei traversati. Inoltre questo carattere regolare è indice di giovanilità tettonica locale e depone in favore della scarsa antichità di questo carsismo (v. Cap. XX).

Le grotte di attraversamento a due ingressi opposti, e transitabili per l'intero sotterraneo sono rari (d): di questo tipo esiste nel Lazio il solo Pertuso di Rojate, lungo appena 120 m. Per l'insieme degli aspetti morfologici e dei fenomeni idrologici presentati dai torrenti di attraversamento sotterraneo vi si distinguono parti ben definite dalla costanza dei caratteri (fig. 20).

1) Inghiottitoio. — (=Schwinde, Sink-hole, Ponor, Kathavotren) va dall'ingresso al primo salto o pozzo. L'apertura si presenta a maestoso e alto portale se comincia in diaclasi (Pastena, Pietrasecca, Tav. VII-1; VIII-1) o ad *androne* equidimensionale se sviluppato nei due sensi dei giunti e diaclasi (Luppa); orizzontale a *forno da pane*, o a fenditura come una *buca da lettere* se apresi in interstrato (Pozzavello). La grotta d'inghiottimento, con debole pendenza, può essere breve, a vasto *cavernone* (Pastena) e poi restringersi via via fino al primo salto, oppure *prolungarsi a grande galleria* (Tav. VII-2). Può essere preceduta da una profonda fossa (il Pertuso di Canterno) o da una trincea (Pietrasecca) residuo di una parte demolita. La grotta d'inghiottimento può mancare e l'inghiottitoio aprirsi entro un *imbuto idroforo* con una voragine (Catauso di Sonnino). A volte l'inghiottitoio è ostruito da alluvioni fangose ed al suo posto permane una *depressione cieca* (Bellegra).

2) Regione dei pozzi. — Le acque tendono a raggiungere per la via più breve il livello della risorgenza, onde, dopo la grotta d'inghiottimento il sotterraneo è interrotto da una *gradinata di pozzi e salti* i quali, secondo le condizioni locali della fratturazione, possono presentarsi distanziati e collegati da segmenti di grotta a canyon (fig. 13), o essere tra loro secanti (fig. 20) come nel primo tratto del Catauso di Sonnino. I pozzi si stabiliscono di preferenza laddove una diaclasi pone in comunicazione due sovrapposti interstrati. Il passaggio dalla grotta alla voragine avviene

improvvisamente quando un piano diaclasico perpendicolare incontra trasversalmente l'asse della grotta. Il raccordo inferiore, impostato per una certa lunghezza nella fenditura ne segue la direzione, formando un gomito corrispondente all'angolo d'intersezione di essa col livello della grotta superiore; la parete del salto è solcata nella parte alta e strapiombante, da un'escavazione a doccia liscia, erosa dal filetto d'acqua in tempo di magra. I pozzi di questo tipo hanno sezione ogivale, allungata secondo l'altezza con la base circolare o ellittica; se vasti e profondi fan luogo a *voragini domiformi di raccordo*. Pozzi tubolari con sezione costante, scavati in condizione di condotto forzato per acque rimontanti sotto pressione non sono stati incontrati sin qui nei nostri sotterranei (e).

Quando un piano diaclasico importante corre parallelo alla direzione della grotta, la sezione di essa va restringendosi e crescendo in altezza: il talweg diventa sempre più inclinato e incassato approssimandosi alla voragine di raccordo che in questa condizione assume aspetto campaniforme compresso col fondo allungato in concordanza col piano superiore. La durezza delle rocce e le variabili condizioni strutturali hanno capitale importanza nel modificare il lume del sotterraneo, la cui architettura naturale rappresenta la risultante morfologica delle contrastanti forze idrauliche e di resistenza offerte dalla compagine rocciosa.

Sezioni. — L'aspetto della sezione trasversale nelle grotte dipende da *elementi statici o primari* (stratificazione, fratturazione) e da *azioni esodinamiche* esercitate sulle direttrici premesse dai precedenti. Agli elementi statici vanno specialmente attribuite le dimensioni maggiori della sezione (altezza e larghezza); a quelli dinamici, più propriamente la morfologia del profilo. Così abbiamo, secondo il prevalere o la combinazione locale degli elementi statici con i dinamici, sezioni caratteristiche a fisionomia ben definita: nella generalità prevale un allungamento (orizzontale, obliquo, verticale) secondo il senso della minima resistenza offerta dal calcare.

Profili tettonici: quadrangolari (a rettangolo o trapezoidale) o triangolare (a capanna), con sviluppo in alt. se diaclasici, in largh. se d'intestrato.

Profili di distacco: climatico specialmente nell'antegrotta; di escavazione marina; per gravità e frana nei grandi ambienti e nei domi.

Profili d'erosione chimica: nei pozzi di lapiez; nelle grotte minori; in alcuni inghoittitoi giovanili.

Profili idraulici: propri delle grotte di attraversamento, sono di due sorta secondochè modellati sotto pressione (*profili da eforazione*: a forame; ellissoidale; laminare) o da acque a pelo libero (*profili da evorsione*; con *sezione turbinata* propria dei canyons a meandri e marmitte; a galleria ogivale più regolare propria di flussi meno turbolenti).

Canyons sotterranei, gallerie, domi.
 — La grotta modellata dalle acque turbinose assume il carattere del canyon che diviene imponente quando s'interna in diaclasi beante. Quivi il rapido approfondirsi del talweg incide gorgie di altezza cospicua; la sezione della galleria, da equidimensionale si innalza dapprima in forma di alto trapezio, poi a capanna acuta quindi diviene turbinata e scende a salti formati dalle testate degli strati sezionati dal sistema diaclasico trasversale. Sui gradini sono trapanate serie di *marmitte disposte a collana* (fig. 21) o *in cascata* se sovrapposte su pendio ripido. Nel selvaggio impeto della massa idrica si producono, per urto contro le pareti, attriti e sovrapposizioni di moti in tutte le direzioni immaginabili, vortici diretti in ogni senso, con prevalenza, per la strettezza del canale, di quelli in fila ad asse perpedicolare nel mezzo (treno centrale). Vi sono così vortici fissi e vortici mobili secondo la corrente. Se immaginiamo una fila serpeggiante di punte di trapano disposte verticalmente, fra loro tangenti, ed in moto rotatorio ora velocissimo, ora rallentato (secondo gli afflussi) ed ogni punta ruotante nel senso opposto alla precedente, avremo un semplice schema figurato del processo d'escavazione per evorsione di un canyon sotterraneo.

Tra i più importanti ostacoli generatori di gorghi sono le *quinte*, enormi lame di roccia, talora alte parecchi metri, a spigoli acutissimi, originate dall'intersezione del sistema diaclasico trasversale al canyon con i banchi dei calcari neocretacei durissimi e massicci. Le quinte son disposte (in pianta) obliquamente al canale, sporgendovi anche per uno o due metri con profondi e stretti crepacci tra l'una e l'altra che rendono le pareti del canale frastagliatissime e tortuose, con setti divisori nel fondo alti anche qualche m. Il massimo contrasto è prodotto dal lato dove le quinte sono rivolte contro corrente: la loro superficie appare ivi smangiata in più punti dalla cavitazione e dal cupulamento (pag. 162). Ed è certo che marmitte di ogni dimensione vengono trapanate con notevole celerità (f); le più antiche, sventrate, si scorgono sospese sulle pareti a mo' di *cavità cilindroidi*. Altre, scavate da moti rotatori tangenti alle sponde, ri-

mangono *semimarmitte* fin dall'origine. A differenza dei canyons subaerei, con morfologia da evorsione cancellata nella parte alta (più antica) dagli agenti denudativi, questi sotterranei la conservano freschissima fino alla sommità. Solo in alcuni luoghi più riparati, qualche rara, ma talora cospicua incrostazione stalattitica ne ha mascherato i lineamenti: altrove manca qualsiasi traccia di concrezione e la roccia si mostra lucidata in modo sorprendente.

L'andamento di alcuni segmenti di queste grotte rassomiglia, in planimetria, alle pieghe sigmoidi del tratto colico d'un intestino. La costante discesa del talweg e la sua talvolta cospicua profondità sono in relazione con i più recenti movimenti tettonici olocenici degli archi abruzzesi.

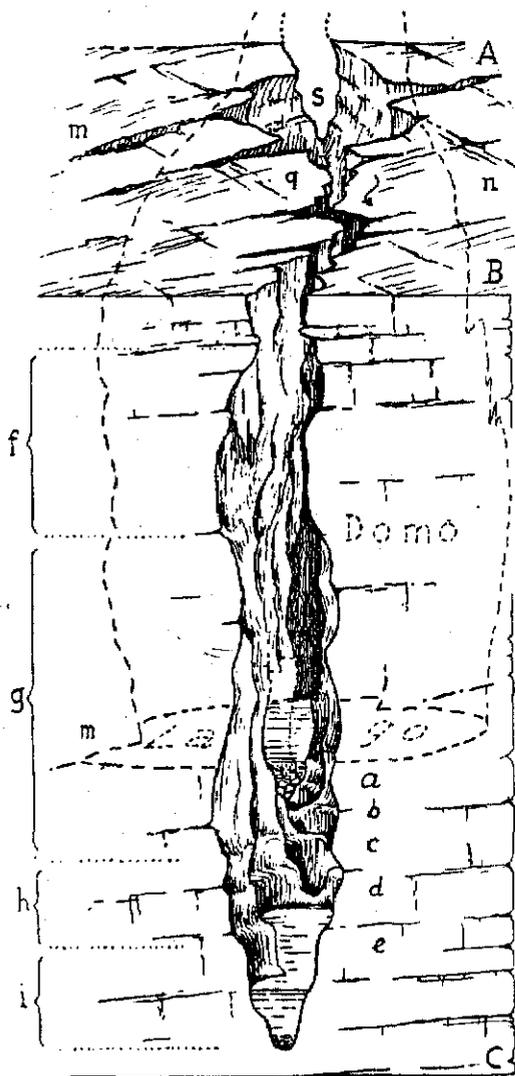


Fig. 21. — STEREOGRAMMA DELLA MORFOLOGIA INTERNA D'UNA GRANDE GROTTA DI ATTRAVERSAMENTO (in prospettiva da valle verso monte). A, B. Sezione trasversale della parte alta del canyon: m, n, sistemi diaclastici; q, quinte rocciose da essi limitate; s, soglia del canyon superiore con incisione a doccia nella parte alta del domo di raccordo; alla base lago di caverna; a, ciottolamo torrentizio del greto. B, C. Sezione verticale del canyon sotterraneo a collana di marmitte: f, zona delle concrezioni parietali; g, quinte, nicchie di evorsione e cavità cilindroidi con scultura alveolare e tracce di meandri sospesi; h, marmitte sventrate e semimarmitte; bordo delle marmitte attive; b, sotto perforato; c, id., con incisione; d, id., fortemente erosivo, con incavo selliforme; e, id. demolito; i, lago di canyon; in piano piano marmitta di fondo in corso di escavazione, del ciclo più recente.

L'attività erosiva massima si esercita entro determinati limiti di portata (velocità) e pendenza (g), per periodi saltuari della durata da poche ore a più giorni, tenuto conto che per almeno un centinaio di giorni all'anno non vi scorrono acque e d'estate vengono invasi solo eccezionalmente. Con la consunzione delle quinte ed il variare dei valori idrometrici si spostano anche i vortici fissi; questo va di concerto con l'ampliamento delle marmitte, i cui diametri e profondità sono funzione dell'energia idraulica locale. Quando siano troppo vicine, diventano tangenti e successivamente intercomunicanti per apertura di un foro fra loro e conseguente demolizione del setto (Luppa). Il processo di escavazione ad un certo momento si attenua, mentre una nuova marmitta viene a impiantarsi fra due contigue più vecchie. In tal modo l'escavazione del talweg procede per un compenetrarsi di marmitte con successione ciclica del fenomeno.

Migrazioni — Il talweg sotterraneo è soggetto contemporaneamente a spostamenti nel piano trasversale (orizzontale) e nel piano assiale (verticale). I primi sono causati dalla complessità del moto spiraleforme continuamente modificato dagli ostacoli dell'alveo, con produzione di vortici e ribollimenti in tutte le direzioni possibili. Le zone di urto, e quindi di erosione, delle massime velocità contro la roccia, sono disposte tortuosamente. La risultante traslatoria generale di tutta la massa liquida subisce un progressivo rallentamento verso la risorgente per diminuzione brusca della pendenza dopo la gradinata dei pozzi; ha quindi luogo una spiccata tendenza alla meandricazione che s'intensifica di pari passo col processo d'incisione del sotterraneo man mano che si avvicina alla curva di equilibrio. Questo rallentamento della velocità è altresì favorevole all'intensificazione (costipazione) dei moti vorticosi e quindi all'escavazione di marmitte. L'altezza della sezione della grotta cresce specialmente nella parte media, subito dopo i pozzi, dove è più attivo il processo escavatorio. Generalmente quivi si incontrano gli ambienti più alti (fig. 20) che calano avvicinandosi alla risorgenza. Per questo motivo le grotte di uscita a volta molto alta sono relativamente più rare, rimanendo molte nella condizione d'impenetrabilità. Il processo di meandricazione è ben lungi dalla regolarità presentata dagli alvei subaerei (h), essendo modificato, or più or meno secondo i luoghi, dalla presenza degli ostacoli che rallentano o accelerano localmente la velocità dell'acqua, e dalla variabilità della portata; quindi i condotti a canyon sono soggetti principalmente al fenomeno. La componente migratoria trasversale è ridotta solo a qualche m. es-

sendo ostacolata dalla resistenza delle sponde interamente rocciose e dalla sempre elevata velocità dell'acqua. Nel nostro caso si tratta quindi di una sinuosità costretta internamente, non di una sinuosità dell'intero alveo, onde è più difficilmente distinguibile in planimetria. I meandri sotterranei sono prodotti da una energia considerevole, periodica, contro una sponda dura, ma solubile, e sono elaborati attivamente nei periodi di portata ridotta e ad acque magre.

L'ispezione delle sezioni trasversali dei canyons ha mostrato che la primitiva traccia del talweg sotterraneo sul soffitto si avvicina ad essere rettilinea con pendenza uniforme (i) e soltanto poi, nel seguente processo d'escavazione si è flessa a meandri di ampiezza crescente con la profondità, per cui, nelle sezioni trasversali molto alte (Luppa, Pietrasecca, Ovido) non si riesce a scorgere più la volta che rimane in tal modo nascosta. Il vertice di curvatura massima di un corrispondente meandro di ciascun ciclo si trova spostato a valle rispetto a quello soprastante, in maniera che la forma generale del sotterraneo corrisponde al complicato solido a facce curve generato dalle risultanti di tre spostamenti del talweg: due oscillazioni dei meandri nel piano orizzontale, normalmente e parallelamente alla direzione di deflusso, e migrazione verticale del sistema.

Le pareti dei canyons nei tratti più uniformi presentano sporgenze e rientranze le quali possono essere *concordanti*, se ad una convessità corrisponde di rimpetto una concavità, o *discordanti* quando si trovino di fronte due concavità: nel primo caso siamo in presenza di un antico meandro sospeso, nel secondo dei resti di un'ampia marmitta sventrata agli estremi d'un suo diametro, d'accordo con la regola delle ondulazioni delle pareti enunciata dal CHEVALIER (e). Nelle nostre grotte di attraversamento però vanno considerate altre dilatazioni e restringimenti della sezione trasversale, maggiori dei precedenti, che sovente interferiscono complicando notevolmente le interpretazioni morfologiche; essi sono in relazione con variazioni a lungo periodo della portata media, relative a oscillazioni climatiche esterne. Le acque magre a pelo libero incidono più rapidamente (sezioni strette), mentre acque abbondanti lavorano spesso in pressione con tendenza alla produzione di sezioni larghe. Nei domi (Pietrasecca) si osservano talora residui di materiali alluvionati in periodi di alta portata, quasi totalmente asportati in un successivo periodo di magra; altrettanto si constata nelle grotte d'uscita dove si trovano conservati, in qualche caso, resti sospesi a cornicione, d'una conoide sotterranea asportata per riescavazione.

SPELEOIDROGRAFIA. — Nelle grotte del Lazio le acque si trovano sotto forma *corrente* (torrenti sotterranei), *stagnante* (vaschette, laghi sotterranei), *filtrante* (stillicidi e condensazioni).

Caratteri idrometrici. — Nei torrenti sotterranei ci troviamo in presenza, come abbiám visto innanzi, di un regime idraulico estremamente selvaggio. Relativamente alla variabilità dell'afflusso si determinano quattro condizioni:

- 1) *Secca estiva*, con permanenza di stillicidi e laghi relitti.
- 2) *Magra*, con portata ridotta; ad essa corrisponde, quando sia minima, l'escavazione di piccole marmitte nell'alveo e l'incisione del solco a doccia in corrispondenza dei salti.
- 3) *Piena* con moti e correnti complicate, ad alta velocità a componente traslatoria generale.
- 4) *Piene straordinarie e ingorghi*, quando gli afflussi dal bacino siano eccessivi e superiori alla capacità della bocca.

L'acqua nel tragitto, a causa degli ostacoli, delle variazioni di pendenza, dei giri del condotto, dei rallentamenti e delle soste in corrispondenza dei laghi, impiega un tempo piuttosto lungo prima di tornare a giorno. Le stime di lunghezza di cosiffatti percorsi sotterranei, fondate sulle esperienze colorimetriche vanno considerate quindi con cautela.

Trasmissione dell'onda di piena nei canali sotterranei. — A seconda della capacità, la grotta può essere invasa totalmente per lunghi tratti (inghiottitoio di Canterno prima dell'attuale sistemazione; ramo inf. d. gr. di Pastena), oppure solo fino ad un determinato livello. Iniziato un periodo di precipitazioni, occorre un certo tempo affinché si compia la saturazione del bacino esterno che così impermeabilizzato permette alle acque di scorrere. Durante gli acquazzoni improvvisi con durate variabili da 6 a 48 h., con precipitazione massima (superiore a 100 mm. e talvolta a 300 mm. e più nei bacini alti) localizzata sul bacino chiuso, l'acqua fluisce immediatamente senza che si compia la saturazione. Perché avvenga l'assorbimento attraverso alle fessure della roccia occorre che gli incrementi idrometrici avvengano gradualmente. Queste prime acque cominciano a colmare i cavi e le marmitte del sotterraneo; in un secondo tempo, per il rapido crescere degli afflussi, sopraggiunge l'onda di piena (fig. 22) il cui colmo, per accelerazione rispetto alle altre parti, si sposta innanzi progressivamente. E mentre le fasi ascendente e discendente della piena sono press'a poco equivalenti nella parte media del bacino, i loro rapporti cambiano con l'aumentare del-

la pendenza e dell'innalzamento della sezione, fino ad assumere nel profilo forma asimmetrica. Per accorciamento continuo della fronte e conseguente innalzamento del livello si raggiunge nell'inghiottitoio l'aspetto indicato dalla fig. 22. A questo punto è ripristinato il torrente sotterraneo, la risorgente comincia a erogare e col sopraggiungere di ondate di piena successive in dipendenza delle precipitazioni, si inizia il periodo di chiusura idraulica dei sifoni. Col rapido crescere del livello e della portata si sviluppano, in limitati tronchi sotterranei a sifone, condizioni di condotto forzato. Ivi le acque sotto pressione penetrano lungo le fessure dal basso verso l'alto scavando sulla volta delle *marmitte inverse* a forma di sacco spiraliforme (*Druckkolke*). In corrispondenza dei sifoni più stretti che vengono via via sommersi possono prodursi rigurgiti con rapidi innalzamenti di livello nei domi, e rapidissimo (talora decine di m. in pochi minuti) nei pozzi quando si producano ostruzioni del condotto a valle (ammassi di fanghi e vegetali).

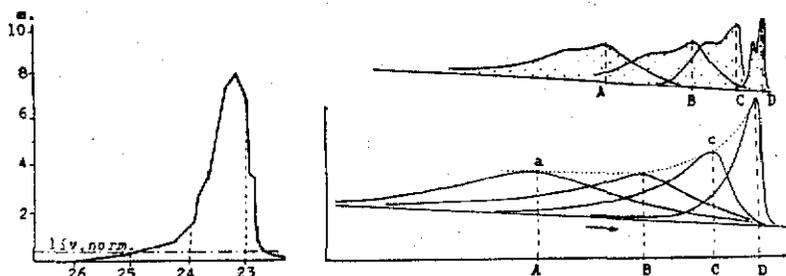


Fig. 22. — PROFILO IDROMETRICO DI UNA PIENA (23-25/IX/1942 all'ingresso dell'inghiottitoio di Pastena).

A destra, sotto. TRASFORMAZIONI DEL PROFILO IDROMETRICO DI UN'ONDATA DI PIENA in diverse sezioni del canale: A, B, subacqueo; C, poco prima dell'inghiottitoio; D, sotterraneo; a, c, curva dei colmi di piena.

CURVE DEI VALORI RELATIVI DELLE CORRISPONDENTI PORTATE SOLIDE (sopra)

Portata solida. — Nei torrenti sotterr. appenninici le oscillazioni di velocità e portata variano da zero a diversi mcB/sec. ed il materiale solido trasportato è in alcuni casi ingente specie se proviene dai bacini molassici. È composto da ciottolame calcareo o selcioso, e per la frazione fina, da sabbie e limi (quarzoso-feldspatici) provenienti dalle arenarie mioceniche. La massima torbidità si raggiunge durante le prime piene autunnali ed in quelle estive improvvise. La quantità di materiale convogliato è diversamente distribuita nelle varie fasi di una piena. L'acme della torbida precede il colmo di piena, ma la distanza tra questi due massimi diminuisce

procedendo dal bacino verso il sotterraneo e dentro questo praticamente coincidono. Un secondo aumento della torbida, con trasporto di materiali più grossolani si produce subito dopo il passaggio del colmo, per diminuire poi col calare delle acque (fig. 22). Il fenomeno è in parte causato dall'aumentato potere di trasporto proprio dell'acqua torbida in confronto di quella limpida.

I d r o d i n a m i c a . — L'energia dell'erosione meccanica è variabile in dipendenza dei sopraccennati fattori, ed avviene con le caratteristiche dei moti turbolenti in un canale irregolare inclinato, aperto o chiuso, quindi nel modo idraulicamente più complesso. L'escavazione sotterranea si compie per effetto combinato delle seguenti azioni:

- 1) Per *flusso laminare* cui corrispondono filetti unidirezionali della corrente con *aramento* del fondo; escavazione lineare di acque chiare e pendenza uniforme.
- 2) Per *moto turbolento*: a) Per *flusso spiraliforme* (condotto forzato o in piena a pelo libero) prodotto dalla reazione dell'acqua per l'attrito contro le pareti che la respingono in tutti i sensi verso il filone centrale. b) Per *evorsione*, con trapanamento di marmitte. c) Per *cavitazione*, associata a *corrasione*, con microvortici lungo le pareti del canale ad azione terebrante e formazione delle superfici a conchette (cupulate).

C a v i t a z i o n e . — Si manifesta allorchè diminuendo la pressione per la forte velocità assunta in alcuni punti, l'acqua si trasforma in un miscuglio eterogeneo di fasi liquida e gasosa. Il processo erosivo è molto rapido, e per il suo compimento non esige la presenza di materiali in sospensione; l'azione esercitata all'istante della proiezione delle bolle gassose contro la roccia è di natura chimico-fisica, con l'intervento di fattori estremamente complessi di capillarità, termodinamica e idraulica non ancora ben chiariti (1). In alcuni segmenti particolarmente stretti dei canyons sotterranei in forte pendenza, il flusso si comporta come in condotta forzata anche se a pelo libero: dal lato di uscita della corrente, dove la strettoia si allarga, la roccia appare tutta crivellata di piccole cavità (*cupule*) orientate nel senso della corrente. Il fenomeno comincerebbe per velocità fra 14 e 13,5 m./sec. per i flussi regolari (m). Secondo stime a vista, nei torr. sotterranei si raggiungono velocità medie di ca. 5-6 m. sec., ma lungo le strettoie, nella prima branca più inclinata e sulle soglie degli inghiottitoi per l'effetto di pressioni idrostatiche e delle chiamate, vengono certo superate

velocità doppie di questa, ove si tenga presente che per un salto di 10 m. corrisponde una velocità di caduta di 13,9 m./sec. : occorre poi ricordare come appunto quivi s'incontrino superfici cupulate. All'azione meccanica si associa altresì una più energica attività solvente accelerata dalla pressione e dalla CO₂ disciolta. Le osservazioni fatte nei torrenti sotterranei confermano l'importanza della cavitazione nell'escavazione dei canyons come era stato sospettato dallo HJULSTROM (op. cit., p. 320).

Cesellamento idrico. — Le acque di piena sono a tal segno torbide da formare un miscuglio di acqua, limo e sabbia. I granuli in sospensione sono proiettati contro le soglie rialzate e le sporgenze orientate contro corrente. La velocità e la densità dei granuli son tali da costituire come tanti sottilissimi flagelli rigidi agitati da moto velocissimo di avvitamento intorno al proprio asse : si formano allora delle cupule più larghe, profonde da 1 a 3 cm., con profili prossimi a sezioni coniche, secondo l'angolo d'incidenza delle particelle minerali sul calcare. Entro molte sono stati osservati granuli di sabbia : a differenza delle superfici irregolarmente cupulate con aspetto spongioso per cavitazione, queste altre sono affatto lisce. Se l'angolo d'incidenza delle traiettorie è minimo, si formano scannellature a disposizione radiata convergenti verso le prominente che fendono la corrente. In molti punti è sommata la cavitazione onde l'energia erosiva ne riesce ulteriormente potenziata. Con velocità minori, sulle soglie dove l'acqua si spande in ambienti più larghi, l'acqua *ara* producendo solo lustratura della roccia che appare levigatissima : sul medesimo tratto, in dipendenza di alterni regimi idrometrici, possono seguirsi periodi di lustratura e di oupulamento. Questi fenomeni si producono anche nei corsi d'acqua subaerei sebbene con diversa intensità e furono designati dal LUGEON (e) coll'espressione di « bourinage fluvial ».

Laghi sotterranei. (o) — Quando il fondo di un ambiente sotterraneo sia limitato da due soglie ed in condizioni d'impermeabilità adeguate, permette la permanenza di acque con formazione di un lago sotterraneo. Ve ne sono al fondo di domi o di caverne (Tav. VIII-2), talora abbastanza ampi : il L. Mastro nella gr. di Pastena è largo 15 m. con perimetro di 46 ; quello nel domo di Pietrasecca è lungo ca. 60 m. e largo 40. A questo tipo appartengono anche le *sacche d'acqua* incontrate talvolta durante lavori per scavo di gallerie che s'imbattono in una caverna chiusa (opere di presa dell'acquedotto Peschiera). I *laghi di voragine* sono intermedi per giaci-

tura, tra quelli di dolina e quelli di caverna (Pozzo Sventatore). Nelle gallerie i laghi sono allungati: tra questi i laghi di canyon sono composti da una successione di marmitte collegate, più profondi nelle strettoie (a Luppa m. 4,5), disposti in fila nelle gallerie e separati da salti (Catauso, Pietrasecca). Nei tratti di sotterraneo depressi a tubo ricurvo nel piano verticale, si formano i laghi di sifone; quando si determina la chiusura idraulica e la branca sommersa sia profonda, si dà luogo a un lago terminale (L. Lungo dell'Inferniglio); se invece la volta si solleva a breve distanza, il lago rimane diviso in due parti a 8. I sifoni sono laminari se a fessura, tubolari se tondi o ellittici. Riguardo all'alimentazione si determinano laghi relitti, residuo estivo delle acque torrentizie negli inghiottitoi; laghi di stillicidio con immissario dalla volta; laghi di nappa se formati dall'affioramento in grotta di un livello acquifero. I laghi più profondi sono quelli di marmitta; in quelli di domo il fondo è fangoso o sabbioso. Fondi ciottolosi s'incontrano nei laghi di marmitta e di sifone; fondi stalagmitici con superficie a vello di pecora o a pisoliti, sono comuni specialmente nei bacini di stillicidio. Sulla superficie immobile si vedono galleggiare per capillarità sottili veli cristallini calcitici (gr. di Bellegra); talora vi sono greti di guano.

I laghi son soggetti a svuotamento periodico lento (stagionale) o repentino per una causa fortuita (incisione della soglia, sprofondamenti, catture): striscie fangose parallele, lamine o cornici stalagmitiche orizzontali sulle circostanti pareti ne rivelano antichi livelli. Al contrario i laghi sotterranei funzionanti come bacini di decantazione possono scomparire per colmata di natura chimica molto lenta (masse tartarose o travertinose stratificate) specialmente se alimentati da stillicidio; ovvero più rapidamente per fanghi e ciottolame di trasporto negli inghiottitoi. Questi riempimenti possono andare anche soggetti a riescavazione per sopraggiunti cambiamenti nel regime idrologico.

NOTE

- (a) H. BOCK distingue i fiumi carsici pseudosotterranei con bacino alimentatore esterno e corso in parte subaereo, da quelli sotterranei con affluenti e bacino d'alimento interamente interno [Der Karst u. seine Gewässer (Mitt. f. Höhlen K.de, 6, H. 3; 1913)].
- (b) KYRLE G. - Le grotte dell'Is. di Capri (Univorso, Firenze 1946-47) distingue le gr. discordanti e quindi inattive rispetto all'abrasione marina, se la soglia non corrisponde più al livello attuale (discordanti positive se sollevate, negative se sommerse); concordanti e quindi attive, se il livello del mare attuale coincide con la grotta.
- (c) CHEVALIER P. - Le réseau souterrain de la Dent de Croilles-Isère: résultats des expéditions du Spéléoclub Alpin de Lyon de 1942 à 1945 (Annales de Spéléologie, 10, 15; Nîmes 1946).

- OTTER J., EGGLI P. - *Das Höhlloch im Muotatal* (Jahrb. d. Schweizer Alpenclub, p. 275; Bern 1903).
- BOCK H. - *Höhlen in Dachstein* (1936).
- (d) La gr. del Lete nel Matese (espl. C.S.R. 1926) (11), ha gli ingressi a quote 890 e 740 ed è lunga ca. 500 m. La grotta di Gauthies di Montespan è lunga m. 1212 [THOMAS F., DRESCO E., HENRY LA BLANCHETTES C. *Recherches souterraines dans les Pyrénées centrales* (Ann. de Spéléologie, 2, 67; 1947)]. In Austria, la gigantesca Eishogelhöhle, di recente esplorazione, perfora da una parte all'altra il mass. del Tennen per una lunghezza di 4500 m., tra le quote 2110 e 1970 m. [DE JOLY R., LA BLANCHETTES H., *La spéléologie dans le monde* (Ann. de Spéléologie 1, 9; 1946)].
- (e) CHEVALIER P. - *Distinctions morphologiques entre deux types d'érosion souterraine* (Rev. Geogr. Alpine, 32, 475; Grenoble 1944).
- (f) L. RÜGER - *Die Tätigkeit des fließenden Wassers* (Handb. d. Bodenlehre I; 1929). Osservò presso Heidelberg marmite prof. 3 m. nel calc. compatto, formatesi in un anno e mezzo; per quelle prof. 1,5 m. nel granito ci vollero 70 anni. In un canale presso Freiburg invece si formarono marmite prof. 2 m., larghe 0,7 in 25 anni.
- (g) Secondo LEHMANN (op. cit., p. 38) nei condotti carsici scabrosi il valore tra la velocità critica di passaggio dal moto laminare a quello turbolento è più basso che nei canali lisci, e per i condotti più spaziosi di alcune grotte si formano vortici per velocità bassissime. In un sotterraneo di regola la capacità erosiva decresce coll'allargarsi del canale, e quindi coll'abbassamento della velocità; nei grandi domi l'azione dell'acqua è rallentata e ridotta; al suo posto agisce la gravità (frane) favorita da zone particolarmente frantumate della massa rocciosa.
- (h) MASUCH K. - *Zur Frage der Tal mäander* (Geogr. Inst. Univ. Berlin, H. 9; Stuttgart 1935).
- BLACHE J. - *Le problème des méandres encaissés et les rivières Lorraines* (Journal of Géomorphology, n. 2, 1939 e n. 4, 1940).
- HJULSTRÖM F. - *Studien über das Mäander-Problem* (Geografiska Annaler, n. 3-4, p. 233; Upsala 1942).
- PARDE M. - *Cours de potamologie* (Grenoble 1943; vol. II, cap. 20: *déformations latérales des cours d'eau*).
- ID. - *Les méandres des rivières* (Rev. géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, 16-17, 67; Toulouse-Paris 1947).
- TAILLEFER F. - *Profil d'équilibre et tracé d'équilibre* (ibid., p. 202).
- (j) LEHMANN - (op. cit., p. 163) e CHEVALIER (op. cit.) ritengono che il primo passaggio delle acque avverrebbe sotto pressione, per cui appunto è stata osservata sulla volta la costante sezione da efrazione (fase giovanile); solo successivamente è cominciata l'escavazione del canale meandriforme con deflusso libero (fase di maturità). In tal caso la via primordiale si sarebbe aperta in un interstrato e non in diaclasi. G.B. DE GASPERI (*Grotte e Voragini del Friuli*, in Mem. Geogr. di G. DAINELLI, n. 30; Firenze 1915), accenna alla presenza della doccia d'un primitivo canale sulla volta di alcune sez. d. gr. di Villanova, dove il fenomeno è dovuto in parte a differenze litologiche (breccie-calc. marnosi).
- Nel caso delle nostre grotte bisogna però convenire sulla prevalenza delle vie diaclasiche rispetto ai giunti di stratificazione, specialmente nell'attraversamento in canyon dei calcari massicci neocretacei.
- (l) SCHRÖTER H. - *Korrosion bei Kavitation* (Z. d. Ver. Deutsch. Ing. 77, 865; Berlin 1933).
- WEINIG F. - *Kavitation* (Auerbach-Horts' Handb. d. Physikalischen u. Technischen Mechanik, 5, 921; Leipzig 1931).
- LEIGHLY J. - *Toward a theory of the morphologic significance of turbulence in the flow of water in streams* (Univ. Calif. Public. in Geogr., 6, 1; Berkeley 1932).
- (m) ACKERET J. - *Kavitation* (Wien - Horns Handb. Experim. Physik, 4, 463; Leipzig 1931).
- TOLLMIEH W. - *Turbulente Strömungen* (ibid.).
- HJULSTRÖM F. - *Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the river Fyris* (Bull. Geol. Inst. Upsala, 25, 221; 1935).
- BRUNDES J. - *Le travail des eaux courantes: la tactique des tourbillons* (Mem. Soc. Fribourg Sc. Nat. 2; 1902).
- ID. - *Nouvelles observations sur le rôle e l'action des tourbillons* (Le Globe, 43, 95; Genève 1904).

- (n) LUCOZON M. - *Le striage du lit fluvial* (Annales Geogr. 23, 385; Paris 1915).
 id. - *Sur un nouveau mode d'érosion fluvial* (Cr. Ac. Sc. 156, 582; 1913).
 LUCOZON J. - *Contrib. à l'étude d. phénom. d'écoulement des cours d'eau. Résultats d'observations dans la gorge de la Jogue de la Jogue* (Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat., 53, 215; Lausanne 1920).
- (o) *Termica dei laghi sotterranei*. Nel 1942 furono compiuti termoscandagli in laghi di marmitta durante l'esplorazione di una grotta di attraversamento nell'Appennino Campano (gr. di Callendo, Irpinia) dall'A. e dal prof. G. STREGANO, che riteniamo utile riferire per la presumibile estensione di questo schema ad altre grotte della stessa natura.

n.°	dist. in m. dei laghi dall'esterno	profondità in m. di ciascun lago	temper. in C° alla prof. di m.:								
			0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	da 2,0 a 2,7
I	160	1,40	9,6	9,3	9,0	8,7	8,6	8,7	—	—	—
II	200	1,20	10,3	10,3	10,2	10,1	10,0	—	—	—	—
III	280	1,80	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,0	11,0	—
IV	450	2,70	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4

Secondo tali misure (ottobre 1942), la temper. superficiale dei laghi aumenterebbe internandosi nella grotta per una determinata dist., fino a raggiungere un grado meno di quella dell'aria interna; poi si manterrebbe costante.

La profondità dell'acqua alla quale si manifesta il salto termico, aumenta dall'ingresso, dove è prossima alla superficie, fino ad una certa distanza che, nel nostro caso è a ca. 400 m., trovandosi ivi tutta la colonna idrica a temper. costante (almeno fino alla massima prof. di m. 2,7 del IVo laghetto).

Lo spessore dello strato di salto si riduce, dall'ingresso dov'è maggiore, all'interno dove si annulla (nel nostro caso a ca. 400 m. dall'esterno).

Lo scarto termico tra superficie e fondo diminuisce gradualmente annullandosi a ca. 300 m. dall'esterno.

CAPITOLO XIV

LE SORGENTI DEI CALCARI

ASSORBIMENTO, CIRCOLAZIONE ED EROGAZIONE DELLE ACQUE. —
 Come accade in altre regioni a potenti assise calcaree, la circolazione idrica interna si manifesta con sistemi indipendenti, con sviluppo, numero ed estensione relativi alla facies litologica, alle dislocazioni tettoniche ed alla topografia carsica superficiale. Riassumiamo qui alcune osservazioni compiute nel Lazio, tralasciando la trattazione dei problemi più generali dell'idrografia carsica sotterranea (a).

Il drenaggio dei calcari si effettua in modo diverso secondochè si tratti di massicci cretacei ad altopiani come i M. Simbruini, Ernici e Lepini, delle dorsali liasiche di tipo Sabino, ovvero di gruppi di bacini chiusi molassici o calcarei, come nei M. Carseolani ed Ausoni. Le aree preferenziali di assorbimento sono generalmente di-

sposte lungo zone di cerniera a fessurazione più intensa e nelle parti superiori degli scaglioni monoclinali dove la superficie assorbente è aumentata per la presenza di gran numero di depressioni. Le zone di raccolta e deflusso dipendono dalla disposizione stratigrafica e tettonica: le direttrici di canalizzazione interna accompagnano sotteraneamente le depressioni asciutte, seguendone le dislocazioni generatrici e le zone frantumate in prossimità di pieghe-faglie e dei fasci di faglie; le quali ultime assumono funzionalità drenante o sbarrante secondo i casi. Variazioni sensibili della compattezza, marnosità o dolomitizzazione dei calc. sono sufficienti a produrre localmente l'emergenza di acque, arrestandone in parte il passaggio ai livelli inferiori. Così nei massicci si determinano delle *circolazioni locali superiori indipendenti*, a livelli multipli secondo la presenza di orizzonti dolomitici intercalati, ovvero contatti per faglia tra calc. ippuritici e dolomie (sorgenti delle zone più alte). Una *circolazione basale* più importante è determinata dalla presenza delle dolomie nella parte inferiore della serie cretacea o dal richiamo esercitato dal prossimo livello di base, come si constatò durante la perforazione delle gallerie di M. Orso e dalla Vivola (96) (97) (98).

La superficie generale di base s'innalza sensibilmente verso l'interno dei sistemi orografici e resta incisa dalle valli trasversali più importanti. Quivi emergono le acque con sorgenti allineate nei talweg, rese evidenti dagli incrementi di portata lungo alcuni tronchi fluviali: così nell'alveo del Nera lungo la gola di Narni, nella parte media dell'Aniene, lungo l'Amaseno ed il Turano. Un vistoso esempio di emergenza del livello di base per interferenza con la superficie topografica prossima al battente marino, e in parte favorita da una faglia sbarrante, è rappresentato dall'ininterrotta collana sorgentifera alla base del versante SO del sistema Lepino-Ausonio-Aurunco (Tav. II-3); nel tratto compreso fra Sperlonga e Gaeta le sorgenti sgorgano lungo la battigia del mare ed alcune anche un poco al disotto. Il drenaggio dei bacini chiusi (Pietrasecca, Pastena, Lenola, alto Imele, ecc.) si compie invece per mezzo di canali sotterranei semplici, indipendenti dalle sopraccennate circolazioni.

DISTRIBUZIONE DELLE SORGENTI. — Le sorgenti carsiche possono essere d'*interstrato* se l'acqua segue un giunto fra rocce di permeabilità diversa (calcari-calc. marnosi). Nei contatti calcari-dolomie le acque sgorgano di solito un po' al di sotto per l'aumentata fessurazione come accade negli Ernici e nei Simbrufni. *Diaclasiche* se pro-

vengono da fessure: tra queste ve ne sono di notevole portata come quelle dell'Aniene presso Filettino. Molte grotte funzionano da *gallerie drenanti* e i diversi filletti d'acqua provenienti dalle pozzette di stillicidio si riuniscono per alimentare un ruscello di modesta portata (gr. di Bellegra). Quando sia ben definito un luogo di inghiottimento, la sua uscita costituisce una tipica *risorgenza carsica* che per solito avviene da una grotta con sifone di tipo valchiusano (Obbuco di Pastena, risorg. Arnale a Lenola, Capacqua a Tagliacozzo); quando sgorgano da una parete rocciosa danno luogo a *sorg. sospese* (Zompo Schioppo nei Simbruini). Se l'uscita è occultata naturalmente da detriti si ha una *sorgente per filtramento* costituita da numerose polle. Talvolta nei periodi di massima portata le acque risalgono obliquamente fra gli strati rendendo attivi temporaneamente sbocchi più alti (*sorgenti di eccedenza, di troppo pieno, per tracimazione o trabocco*). *Sorgenti di sfioramento o versamento* si manifestano dove terreni impermeabili si appoggiano ai calcari, o vengono in contatto per faglia; così numerose sorg. al contatto della formazione marnoso-arenacea-miocenica con i calc. cretacei, tra calc. cretacei e calc. miocenici o calc. cret. e calc. dolomitici. *Sorgenti basali* di grande forza ascensionale e sovente di cospicua portata si presentano all'affioramento di un'importante direttrice drenante quando per un insieme di condizioni geologiche favorevoli (fiancheggiamenti molassici, sbarramenti per faglie) si viene a creare un livello di base più alto rispetto a quello idrostatico normale con la ritenuta di un *lago-magazzino di imbibizione profonda*. Alle interruzioni dello *sbarramento geologico* corrispondono le sorgenti (Peschiera; sorg. di Agosta). Questo particolare innalzamento del livello di base può suggerire la spiegazione del ridottissimo carsismo sotterraneo di alcuni grandi massicci calcarei Abruzzesi (Velino-Ocre, Morrone, Gran Sasso): per la vicinanza (relat.) del liv. di base, l'attività carsica è molto rallentata con la persistenza di forme giovanili altrimenti difficilmente interpretabili.

Le sorgenti si dispongono perifericamente al piede di vaste superfici assorbenti più elevate, distribuite entro una zona determinata a forma di *fascia sorgentifera basale*; altri allineamenti di sorgenti son disposti parallelamente a importanti dislocazioni tettoniche come sul versante Simbruino di V. Roveto dove i calc. cretacei vengono in contatto con le molasse. Disposizione meno regolare si osserva allorchè la superficie topografica tronca le canalizzazioni sotterranee come succede lungo i versanti dell'anfiteatro di testata del Simbrivio

a Vallepiera che seziona l'altopiano carsico Simbruino (condizione opposta a quella sopra accennata, cui corrisponde infatti un carsismo più evoluto).

Falde acquifere modeste, indipendenti dalla circolazione carsica testè descritta giacciono alla base dei terreni che colmano il fondo dei bacini chiusi; le acque vengono raccolte con pozzi filtranti nei quali penetrano attraverso gl'interstizi del rivestimento a secco.

REGIME IDROLOGICO DELLE SORGENTI. — Tutte le sorgenti carsiche hanno notevole sensibilità stagionale in relazione alle precipitazioni sul bacino alimentatore, alla sua importanza e alla disposizione dei condotti sotterranei. Sono sempre soggette a cospicue variazioni di portata giungendo, nelle *sorg. temporanee* alla completa sospensione dell'erogazione durante i mesi estivi (fig. 23-D); tali le risorgenze dell'Arnale di Pietrasecca, Tufo, ecc. Tra le *sorg. perenni* si distingue un tipo a *oscillazione doppia* con due massimi in primavera-autunno in corrispondenza dello scioglimento delle nevi, e delle piogge precedenti l'inverno; e due minimi di inverno-estate in rapporto rispettivamente con la minima ablazione del manto nevoso e con la massima siccità tra luglio e settembre (fig. 23-A). Il secondo tipo, a *oscillazione semplice*, presenta due aspetti: uno, col massimo invernale in coincidenza col corrispondente massimo di precipitazione (fig. 23-C) ed il consueto minimo poco prima dell'inizio delle piogge autunnali. Il secondo tipo idrologico (fig. 23-B) raggiunge il massimo in primavera, in ritardo rispetto ai massimi afflussi, e il minimo a fine estate. A tutti i quattro tipi è comune il periodo di magra agosto-settembre; in generale nei tipi B, C, D, le portate si riducono gradualmente dal massimo invernale al minimo estivo-autunnale per poi risalire con maggiore rapidità al seguente massimo invernale. Il ritardo tra afflusso e deflusso, palese nel tipo B, se pure possa essere ascritto in taluni casi all'interferenza dell'alimentazione imbriferà con quella nivale per qualche sorgente più elevata, nella maggioranza dei casi, come in quello riferito, deve attribuirsi a un rallentato percorso delle acque attraverso la massa calcarea. Le rapide variazioni di portata e temperatura riscontrate in molte sorgenti poche ore dopo acquazzoni anche brevi ed il conseguente intorbidamento, rivelano lunghi tragitti sotterranei a pelo libero; i tipi C e D quindi, per l'immediato afflusso dalla superficie idrovora alle sorgenti, dimostrano una grande pervietà dei calcari. Alle oscillazioni annuali di portata, dev'essere aggiunte per alcune sorg.,

variazioni prodotte da fenomeni di cattura e migrazione nella rete idrografica d'alimento *sotterraneo: esse sono causa di riduzioni dell'erogazione fino al prosciugamento del livello sorgentifero, disceso a zone inferiori (sorgenti presso Guarcino, Vico nel Lazio). A que-

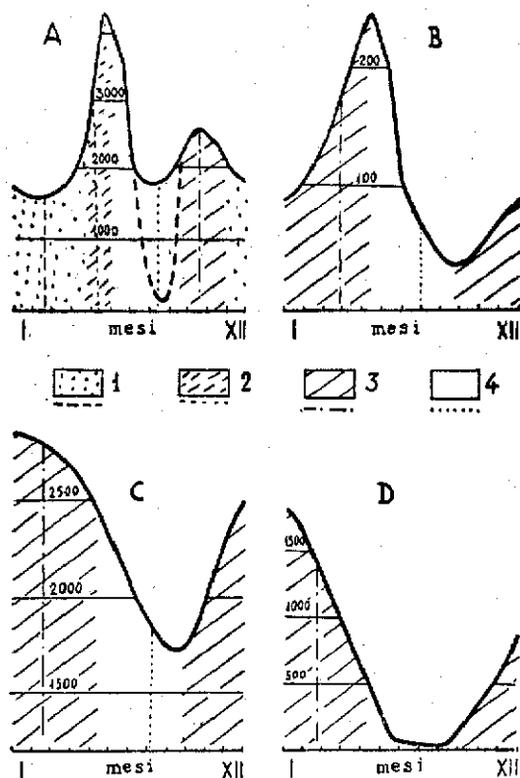


Fig. 23. — CURVE CARATTERISTICHE DELLE PORTATE MEDIE IN *lit./sec.* DELLE SORGENTI CARSICHE DEL LAZIO. A, sorgente Zampo lo Schioppo (M. Ernici); B, sorg. Vitruvio (Lepini); C, sorg. Fermana (id.); D, sorg. S. Magno (id.).
1, Periodo a precipitazione nevosa e suo massimo; 2, periodo della fusione delle nevi e limite della loro permanenza al suolo. 3, periodo delle piogge e suo massimo; 4, periodo estivo secco.

ste sorgenti instabili si contrappongono le grandi sorgenti basali a carattere costante con oscillazioni a lungo periodo, secondo cicli di annate asciutte o umide.

Un tipo particolare di sorgente a *portata costante* con ridotte oscillazioni stagionali è presentato dagli emissari sotterranei di alcuni bacini lacustri con funzione compensatrice durante il periodo di magra. Tale la sorgente di Tufano (Anagni) alimentata in parte dall'inghiottitoio del lago di Canterno. Quando nel settembre 1925 si ebbe l'eccezionale prosciugamento del lago, l'erogazione cessò nell'ottobre seguente; riprese in dicembre essendosi riempito il lago nel mese precedente. È occorso quindi un mese per mettere

in carico la rete dei canali sotterranei e altrettanto per il loro drenaggio.

Tutte le acque che sgorgano intorno ai rilievi calcarei della nostra regione son ricche di CaCO_3 : anzi molte sorgenti vengono occluse per gli abbondanti depositi incrostanti che costringono le acque a trovare altra uscita. In tal modo per continue migrazioni vicine, si formano i copiosi giacimenti travertinosi tabulari ben noti in questa parte dell'Appennino. La portata solida annuale di alcune sorgenti è veramente considerevole (v. cap. XVII); una misura eseguita in occasione delle recenti sistemazioni idroelettriche a Canterno ha rivelato per le acque del lago un residuo di ca. 1 gr. per 10 litri, mentre per la sottostante risorgenza di Tufano ha dato 2,4 gr. per 10 litri, dimostrando un arricchimento più che doppio durante il tragitto sotterraneo (b).

NOTE

- (a) Bourain A. - *La question du niveau de base* (Rév. de Géogr. Alpine 33, 99; Grenoble 1945).
 (b) Recentemente sono state eseguite ricerche sulla capacità solvente (sempre elevata) nei sotterranei di Castleton (Inghilterra) dove l'acqua assorbita da 12 inghiottitoi nel calcare carbonifero, riappare in 3 grotte di risorgenza distanti 6,5 Km.: vi fu riscontrata un'asportazione annua di 840 tonn. di carbonati. PILL A. L., *The Perryfoot-Castleton system: an experiment in quantitative Hydrology* (Caves Science n.º 3; p. 92, Settle 1948) m. note on the *Russett Well water, Castleton* (ibid., n. 5, 141; 1948). Le Blue Springs (Montagne di Guadalupe nel Nuovo Messico, U.S.A.) restituiscono da 1 a 1,5 gr. di CaCO_3 e CaSO_4 ogni 4,5 litri: la roccia disciolta annualmente da quelle acque si calcola intorno alle 30.000 tonn. (v. ANDERSON A.W., WROTH J.S., *The Carlsbad Caverns of New Mexico*, 1946; LEE W.T. in: *The National Geogr. Mag.* 1924 e 1925).

CAPITOLO XV

RIEMPIMENTO DELLE CAVITÀ SOTTERRANEE

NATURA E DISPOSIZIONE DEL RIEMPIMENTO. — I materiali che costituiscono il riempimento delle grotte sono autigeni o allogeni secondochè formati in posto ovvero siano pervenuti dall'esterno. Tra i primi si comprendono i materiali calcariferi di deposito chimico (stalagmiti in senso lato) propri delle parti più interne; i fanghi bianchi derivati dalla alterazione del calcare, le terre di grotta più o meno argillose, brune, viola, grige o rossastre e i suoli di carattere climatico. A questi s'intercalano fetti di schegge calcaree

grossolane e minute prodotte da *azioni fisiche* (brecce termoclastiche particolarmente abbondanti nella parte anteriore delle grotte inattive e caratteristiche degli orizzonti würmiani a clima continentale freddo); ad essi devono aggiungersi i detriti di frane recenti. I materiali allogenici comprendono: quelli di *trasporto idrico* (ciottolame dei torrenti sotterranei, sabbie e limi provenienti dal disfacimento di arenarie e masse ingenti di fanghi rossi di dilavamento esterno, specialmente negli inghiottitoi). Al *trasporto eolico* sono dovuti frequenti orizzonti sabbiosi o terrosi non stratificati, con intercalazioni di elementi piroclastici lanciati durante le fasi esplosive dei vulcani Tirreni. Altri materiali sono stati *trasportati dall'uomo*: selci scheggiate (paleolitico e neolitico), ceramica (eneolitica), e pietrame accumulato per costruzioni diverse in epoca storica e attuale per adattamenti nella parte anteriore di molte grotte. Infine *materiali di origine organica* sono i resti scheletrici di animali vissuti a più riprese nella grotta o trasportativi, le coproliti, gli avanzi di pasti (ossa scheggiate e bruciate), carboni residui di focolari. Tra i depositi organici recenti il guano è particolarmente abbondante in alcuni ambienti delle grotte di Pastena, Colleparado, Petrella, dove forma talora accumuli conici.

La giacitura del riempimento dipende dalla forma, dalle dimensioni e dall'esposizione della grotta. In quelle molto inclinate si depongono *strati cuneiformi* con l'estremità volta all'esterno, assottigliata fino ad annullarsi all'ingresso; questi strati finiscono per diventare subparalleli nella zona superficiale del riempimento più interno: si ha quindi un passaggio da strati inclinati a strati orizzontali. Nelle grotte isolate per antiche frane (Guattari) o da esse in buona parte invase (Fossellone) si conserva la separazione discordante fra il riempimento più antico e il più recente.

Il *riempimento pleistocenico di tipo mediterraneo* presenta caratteri comuni a tutte le grotte particolarmente litoranee. La massima potenza è raggiunta nell'antegrotta cioè nella zona di maggiore accumulo eolico e di più sensibile disfacimento termoclastico. La serie si ripete costantemente cominciando alla base con strati marini orizzontali, sabbiosi o ciottolosi cui seguono depositi continentali che hanno in sezione *forma di lente* piegata a S coricato con la curvatura anteriore più sensibile e *terminazione a becco di flauto* (fig. 20). Il detrito termoclastico contribuisce ad accentuare la disposizione cumulata complessiva dei materiali: nelle grotte litoranee laziali tale giacimento è variabile per estensione e spessore in

dipendenza dell'orientamento e forma dell'ingresso, raggiungendo talora oltre 12 m. di potenza.

Secondo il grado di sventramento della serie sedimentare, operato dai processi erosivi in massima parte marini (trasgressione Versiliana), si presentano lembi aderenti alle pareti della grotta, lembi sporgenti sospesi alla volta per mezzo di colonne stalagmitiche, piattaforme di riempimento troncate anteriormente, a superficie piana (gr. delle Capre), o inclinata verso l'interno del sotterraneo (gr. dei Moschini, Gaeta).

DEPOSITI DI NATURA CHIMICA. — Come in tutte le grotte carsiche, anche da noi sono molto diffusi con notevole varietà di aspetti. Secondo la consistenza si distinguono le *concrezioni cristalline opache o trasparenti* fra le quali vari tipi di stalagmiti pedunculato (gr. del Fossellone), stalagmiti baculiformi alte anche 2 m., di spessore uniforme (Pastena, Bellegra) stalagmiti a clava, uberiformi, ecc. Tra le forme associate sono i ciondoli massicci (Pietrasecca, Pastena) formati da un gruppo di stalattiti saldate; le cortine a canne d'organo, le stalattiti parietali (laminari, a drappo, a festone, a cortina dentellata). Le colonne stalatto-stalagmitiche possono essere a pilastro massiccio regolare e costato (Tav. VI-2) ovvero costituite dalla sola stalagmite o essere interamente stalattitiche composte da un fascio di stalattiti saldate fino al suolo. Oltre a queste forme più comuni altre ne sono state osservate che descriveremo più innanzi; *concrezioni compatte travertinose o tartarose* formano crostoni e tavolati stalagmitici. Le *concrezioni friabili* possono essere asciutte e farinose (tufo calcareo, brina calcarea nelle gr. di Lupa e Guattari), molli e cretose, colloidal (montmilch) oppure miste con fango. Associazioni di briofite, cianofite calcicole e microorganismi incrostanti danno luogo a stalattiti fitogene. porose, esternamente rivestite di patine grigio-verdi o grigio-azzurrastre che ne rivelano l'origine.

Incrostazioni di forma particolare. — *Stalagmiti oblique* si sono formate per lenta migrazione di uno stillicidio lungo la volta, per progressiva occlusione di una fessura: stabilizzato lo stillicidio una stalagmite normale s'impianta sul monco-obliquo. *Stalagmiti discoidali o a focaccia* si formano dove stillicidi cadono da grande altezza sul terreno piano dei domi. Di accrescimento lento, hanno aspetto cilindrico-tabulare, basso e largo semigianenti ad una pila di piatti. Un involucro calcifico esterno ne cancella la morfologia anulare; alla sommità, per accresciuta deposizione peri-

ferica causata dalla proiezione centrifuga delle gocce e dall'aumentata evaporazione sullo spigolo, si forma una vaschetta con pisoliti. Sui pendii invece si depositano strati calcitici sovrapposti lobati, somiglianti ad una colata di materia vichiosa solidificata.

Stalagmiti con substrato melmoso. — La formazione di concrezioni con base espansa a piede sui depositi fangosi non è rara: il substrato non sostiene più il carico della stalagmite che abbia superato una determinata dimensione per cui essa scivola e s'inclina (Tav. VI-2). Nel caso di scarpate fangose addossate alle pareti, una crosta di calcite finisce col rivestire la massa e su di essa s'impiantano le stalagmiti; per rottura dei punti più deboli il fango fuoriesce premuto dalle sovrainposte concrezioni. Quando un monticolo fangoso venga coperto da crosta calcarea, il materiale argilloso può venire scalzato per effetto di invasioni idriche, rimanendo gli involucri stalagmitici rigidi, vuoti e sventrati somiglianti ad una capanna (Pastena).

Le stalagmiti a involucri sovrapposti sono forme proprie di ambienti melmosi temporaneamente sommersi da acque tranquille durante le più alte piene.

Cominciano con l'impianto di uno zaffo calcitico nei fori di stillicidio nel fango; quindi si forma un cappelletto calcareo fungiforme base della futura stalagmite. Nei periodi di acque alte la concrezione è sommersa; al loro ritirarsi rimane aderente un velo argilloso sul quale, nel periodo asciutto più lungo, si deposita una crosta di CaCO_3 . Questo processo alterno finisce col generare una stalagmite a involucri sovrapposti calcarei e fangosi. Se la concrezione fu sommersa interamente, e quindi con uniformità rivestita di argilla, queste scorze si lasciano distaccare; se invece la sommersione è stata solo parziale ogni involucro calcitico rimane saldato al precedente per tutta l'altezza rimasta emersa. *Creste meandriiformi* s'incontrano sul suolo debolmente inclinato o pianeggiante. Fra esse si distinguono le *aiuole stalagmitiche* disposte intorno ad un basso nucleo centrale: hanno aspetto di arginetto sinuoso, con intercalati anelli stalagmitici accessori coronamento del gruppo centrale, col l'area interna a pisoliti tubercolate (gr. di Luppa).

Vaschette incrostanti (=gours). Sono molto frequenti nelle nostre grotte e se ne osservano da piccolissime, con arginetti larghi e alti 1 cm., o gradinati alti oltre 50 cm. (gr. di Pastena, Luppa, Bellegra, Pierrasecca, Ponte Sodo, Inferniglio); all'interno dei bacinetti giacciono generalmente pisoliti. Sulla genesi di queste forme sono state avanzate spiegazioni da vari Aa. Per MARTEL e DE GASPERI

(a) la causa prima va individuata nelle irregolarità originarie del fondo sul quale scorre l'acqua: lungo di esse crescerebbero gli arginetti per deposizione del CaCO_3 e la carenza d'acqua sarebbe condizione indispensabile (b). BOEGAN ritiene che si formino sui pendii dove l'acqua, in presenza di asperità, erode a monte di esse formando conchette al cui sfioratore, essendo massima l'evaporazione s'innalza l'arginetto calcareo (c). Anche PRINZ sviluppa sostanzialmente i medesimi principi (d). CHOLNOKY ne attribuisce la formazione all'effetto di cambiamenti di pendenza sulla velocità e quindi pressione dell'acqua, onde in questi punti si libera CO_2 e depositano particelle calcaree (e). Le nostre osservazioni hanno chiarito che: 1) le forme a vaschetta si stabiliscono per qualunque pendenza, dalla verticale a inclinazioni di pochi gradi, 2) Le forme meglio sviluppate si trovano su pendii generalmente inferiori ai 50° d'incl. 3) La pendenza del terreno d'impianto è per lo più uniforme. 4) La distanza tra gli arginetti aumenta col diminuire della pendenza del terreno.

Per la formazione delle vaschette non occorrono nè ostacoli, nè cambiamenti di pendenza, nè intermittenze del flusso idrico. La medesima costanza degli arginetti meandriformi e la regolare e generale similitudine del fenomeno dimostrano essere un'altra la causa prima. La formazione iniziale degli arginetti va individuata nello scorrimento pulsante (=schiessen) dell'acqua per effetto dell'attrito sulla roccia: ne conseguono variazioni alterne di pressione sufficienti a permettere la deposizione del CaCO_3 in determinati luoghi; gli arginetti sono disposti in funzione del periodo degli impulsi, periodo che a sua volta dipende dalla pendenza, portata, regolarità o meno degli afflussi (f).

I crostoni stalagmitici di spessore e consistenza variabili possono essere superficiali e di deposizione attuale (*pavimenti stalagmitici*) o intercalati nella serie di riempimento pleistocenico (*orizzonti stalagm.*). Questi ultimi vengono considerati generalmente come *paleostalagmiti* per la loro posizione stratigrafica ed interpretati come episodi di un clima umido inter o postglaciale (*stalagmiti di chiusura*). Di croste stalagmit. intercalate ve ne possono essere anche di formazione attuale, prodotte dalla circolazione di acque tra gli strati di diversa permeabilità. Vi sono dei livelli dove le acque di preferenza depositano, degli altri dove asportano il CaCO_3 : una paleostalagmite può essere addirittura disciolta dalle acque circolanti, il carbonato disperso nel sedimento o rideposto altrove con formazione di

un'altra stalagmite. La distinzione, non sempre facile, si fonda sulla presenza delle impurità appartenenti al terreno superiore contenute nella stalagmite se di formazione interna recente, generalmente prive se trattasi di vere paleostalagmiti.

Fenomeni di rottura nelle stalagmiti. Il semplice distacco di due pezzi di una colonna (gr. di Pastena, gr. di Monte Conca) o le rotture multiple con risaldatura, vanno ascritte almeno per i casi osservati, al locale cedimento della base detritica o fangosa per eccesso di carico ovvero per abbassamento dell'appoggio causato da erosione. In alcune grotte costiere si trova gran numero di stalattiti spezzate, disordinatamente sparpagliate e in parte saldate al suolo: sono state staccate dalle vibrazioni e dai colpi d'aria prodotti durante i fortunali dal rintonare dei marosi nella sala vestibolare della grotta e dalla pressione dell'aria, sospinta nei retrostanti locali più stretti, ad ogni ondata, e risucchiata da ciascun riflusso.

FATTORI DELLA STALAGMITIZZAZIONE. — La forma e l'intensità della stalagmitizzazione offre tanta variabilità di aspetti per quanti sono i fattori che intervengono combinandosi o interferendo nel processo. Essi pertanto si compendiano nei seguenti gruppi:

- 1) *Chimici*: concentrazione del Ca (HCO_3)₂ e di altre sostanze nella soluzione; loro rapporto in dipendenza della natura e dello spessore delle rocce attraversate; PH dell'acqua.
- 2) *Fisici*: altezza di caduta dello stillo; sua periodicità e portata; disposizione allineata o irregolare; lunghezza del percorso nell'attraversamento delle rocce; natura e inclinazione della superficie d'urto.
- 3) *Climatici*: effetto delle oscillazioni climatiche esterne sulla circolazione idrica e sul potere solvente o incrostante; temperatura e umidità nelle diverse sezioni del sotterraneo.
- 4) *Geologici*: intensità e carattere locale della fessurazione; natura dei calcari, loro potenza, compattezza e omogeneità.

Riguardo all'associazione ed alla frequenza dei diversi tipi e processi stalagmitici, si riconoscono in ogni grotta alcune zone preferenziali principalmente in relazione alla distribuzione termometrica interna ed alla idrografia. Così nelle grotte periodicamente percorse da torrenti viene impedita la deposizione di incrostazioni, limitate solo agli ambienti lambiti da acque tranquille (Luppa, Pietrascica). Nelle grotte inattive la stalagmitizzazione aumenta di intensità

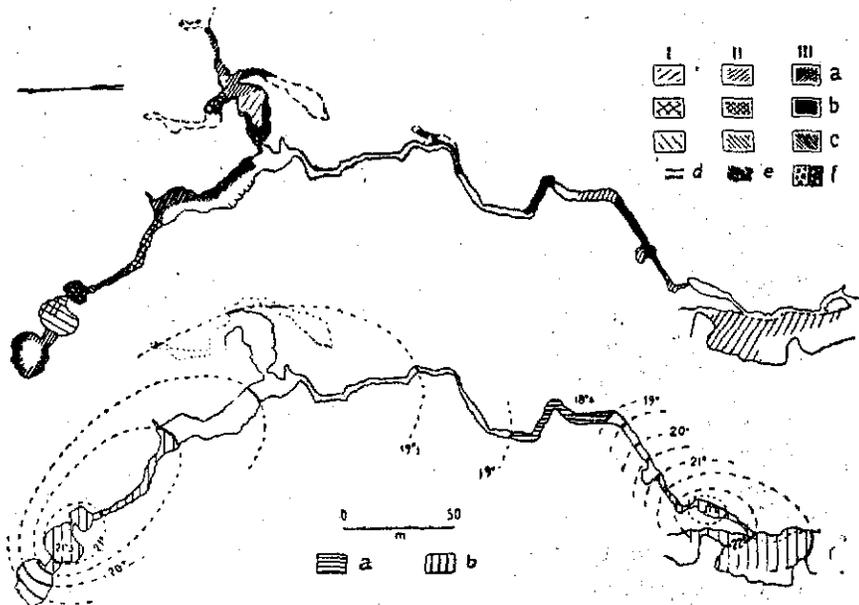


Fig. 24. — Sopra: DISTRIBUZIONE DELLA STALAGMITIZZAZIONE nel livello superiore della grotta di Pastena. a, Stalattiti; b, stalattiti e stalagmiti; c, stalagmiti; I, II, III: scarse, numerose, abbondanti; d, concrezioni parietali; e, vaschette incrostanti; f, colonne stalatto-stalagmitiche.

Sotto: TEMPERATURA DELL'ARIA nel livello superiore della grotta di Pastena (28-VI-1942). Le isoterme sono tracciate per 1/2 Co.; a, depressioni relat. fredde; b, campane d'aria relat. calda.

negli ambienti più spaziosi a temperatura ed evaporazione più alti (fig. 24); nei luoghi moderatamente ventilati e nei passaggi di correnti d'aria, stillicidi sospinti lungo le pareti vi determinano concrezioni costate. Dove invece vi sono moti turbolenti crescono *stalattiti ritorte a spirale* (gr. di Luppa). Per abbondanti stillicidi e forte evapor. si produce un maggiore accrescimento di stalagmiti rispetto alle stalattiti, mentre in eguali condizioni, con evapor. debole si producono solo stalagmiti; al contrario per still. scarsi e forte evap. si produrranno abbondanti incrostazioni principalmente sulla volta.

NOTE

(a) MARTEL. E.A. - *Les Abîmes* (Paris 1894, a p. 283); id., *Nouveau traité des eaux souterraines* (Paris 1921); id., *La France ignorée* (Paris 1928); id., *La spéléol. au XXe Siècle* (Paris 1906).

DE GASPERI G.B. - *Grotte e voragini del Friuli*, p. 154.

(b) VAN DEN BROEK, MARTEL, RAHIN - *Cavernes et eaux souterraines de la Belgique* (Bruxelles 1910-11, a pag. 132).

(c) BOEGAN E. - *Il Timavo, studio sull'idrogr. carsica subaerea e sotterranea* (Mem. Ist. It. Speleol., II Ser., a p. 48; Trieste 1938).

(d) PRINZ W. - *Les cristallisations des grottes de Belgique* (Bruxelles 1908).

(e) CHOLNOKY E. - *Sulla genesi delle concrezioni calcaree* (S. Geogr. II., 79 745; 1942).

(f) Il risultato delle ricerche in corso sarà esposto in altra sede.

APPLICAZIONI MORFOMETRICHE ALLE FORME CARSICHE

L'interpretazione matematica e statistica delle forme del terreno in relazione al loro sviluppo, ha incontrato numerose, crescenti applicazioni (a). Così per es. alla misura dei monti (orometria), all'analisi delle pendenze (morfografia dei pendii), alle coste, ai ghiacciai (b), ai laghi (limnometria), alla morfografia del fondo oceanico e al valore dell'erosione fluviale, all'energia del rilievo, delle reti idrografiche, alla direzione delle valli (c). Riguardo al carsismo ci si è limitati a riferire alcuni elementi dimensionali per l'interpretazione migliore dei rilevamenti topografici: solo per le doline il CVIJC, oltre a qualche elemento angolare, ha proposto la ben nota, ma approssimativa classificazione morfometrica fondata sul rapporto tra un diametro D e la profondità h : ($D=10 h$ ca., dol. a scodella; $D = 2$ o $3 h$, dol. a imbuto; $h > D$, pozzo). Il GORTANI ha sviluppato l'applicazione accoppiandola ad elementi morfologici (d). Col tentativo di applicare questi metodi, estendendoli anche alle cavità sotterranee (*speleomorfometria*) si tenta di esprimere, mediante espressioni numeriche e diagrammi, alcuni fondamentali caratteri metrici delle grotte e delle doline così da offrire una sintesi della loro natura. Inoltre la facilità di possedere gran numero di elementi paragonabili (fissi per ogni tipo di cavità), agevola il confronto delle forme e può giovare al riconoscimento dello stadio di sviluppo e dei rapporti tra il fenomeno carsico di una determinata regione ed il terreno in cui giace, ponendo così in evidenza, o confermando, relazioni che potrebbero altrimenti passare inosservate.

MORFOMETRIA DELLE DOLINE. — Delle doline occorre prendere in considerazione: il *diametro massimo* D_m o *lunghezza*, cioè il valore della distanza fra i due punti più lontani del perimetro.

L'*asse* A , cioè la lunghezza della linea mediana equidistante dai margini del bordo e congiungente gli estremi di esso. Nelle doline a perimetro ellittico o circolare l' A s'identifica con D_m . Il *piano assiale* è invece quello immaginario che ha per proiezione l' A ed è limitato inferiormente dal luogo dei punti più profondi della cavità. Il *diametro minore* d_m o *larghezza*, è la distanza presa perpendicolarmente all' A nel luogo più ampio. Nelle doline irregolari si consi-

dera anche un *diametro minimo* d , distanza fra i margini nel luogo più stretto (restringimenti): si può allora fare la media $(dm + d) : 2$ o anche fra vari dm . La media tra lunghezza e larghezza è il *diam. medio* DM .

In sostanza Dm e dm rappresentano due componenti di erosione preferenziale la cui identificazione dipende dalla posizione spaziale degli strati. Ma generalmente le doline da noi abbondano sulla faccia di strati suborizzontali e quindi nella maggioranza dei casi Dm e dm sono proporzionali all'intensità dell'erosione nel piano definito dalla direzione e immersione degli strati. Le direzioni Dm prevalenti nella regione presa in esame sono sensibilmente parallele agli assi tettonici, o perpendicolari ad essi, specialmente sulle zone assiali anticlinali, o presso le faglie; importanza non indifferente ha poi l'inclinazione della superficie topografica.

Si distinguono allora, a prescindere dalla figura reale, perimetri circolari se $Dm = dm$; ellissoidali da 1 : 1, n , a 1 : 2; ellittici tra 1 : 2 e 1 : 4; allungati $> 1 : 4$. Doline piccole sono quelle con $Dm < 30$ m.; medie quelle fra 30 e 100; grandi se $Dm > 100$.

Ponendo in ascisse i Dm , in ordinate i dm delle doline, si ottengono dei punti che, nel loro insieme, determinano il *campo di frequenza dello sviluppo planimetrico* per le doline della località considerata. Nella fig. 25 sono riportati gli elementi di 40 doline dei M. Lepini, scelte fra le maggiori, e di altre dei M. Sabini e Cornicolani. Dal diagramma si riconosce come le doline normali d'erosione superficiale si addensino in un campo compreso fra Dm 30 e 130 e dm 20 e 100; i rapporti più comuni essendo compresi fra 1 : 1 e 1 : 3, cioè circolari o ellissoidali e, in minor numero, ellittiche. Molte delle doline originate per sprofondamento presentano, pur mantenendo i medesimi rapporti diametrali, dm da 50 a 160 e più, Dm tra 90 e 230: eccezionalmente il Revotano di Roccantica raggiunge Dm 410 e dm 295 (massima dimensione per il Lazio); il diametro medio generale oscilla fra 60 e 100 m. La diversa costituzione petro-tettonica può influire sul campo di frequenza: i limitati elementi a disposizione tendono già a mostrare una diversità tra il *campo* delle doline nel calcare cretaceo dei Lepini e i campi più allungati di quelle dei terreni liasici Sabini e Cornicolani. Altri diagrammi istruttivi si possono costruire combinando opportunamente coppie degli elementi metrici più oltre enumerati; essi rendono particolarmente apprezzabili alcune caratteristiche del carsismo regionale sia superficiale che sotterraneo.

La *profondità relativa* h è la distanza dal punto più profondo, alla linea congiungente le due quote massima e minima del perimetro. La *profondità massima* o *topografica* pm è la distanza tra la quota massima del perimetro ed il punto più profondo della cavità. Il *perimetro* p misura la lunghezza della linea sinuosa o curva determinata dall'insieme dei punti nei quali il terreno cambia pendenza, ossia segna l'incontro dei versanti più o meno inclinati della dolina, con la superficie topografica del terreno. Lo *sviluppo perimetrale* P , è dato dal rapporto tra il perimetro p della dolina e la circonferenza del cerchio della stessa area A della superficie delimitata dal perimetro:
$$P = \frac{p}{2 \sqrt{A} \pi}$$
. *Inclinazione media dei versanti* è l'angolo tra il piano orizzontale ed il segmento che unisce un punto del perimetro (generalmente preso agli estremi di Dm o dm) ed il punto più profondo. L'*indice di circolarità* C è il rapporto tra la circonferenza del circolo circoscritto c ed il perimetro p della dolina: $C = c : p$. L'*indice di concavità* equivale all'angolo medio dei 4 angoli di inclinazione dei versanti presi agli estremi di Dm e dm .

MORFOMETRIA DELLE GROTTI E DELLE VORAGINI. — Per le cavità sotterranee occorre tener presenti alcuni elementi morfometrici più significativi. Di essi sono da considerare principalmente:

le dimensioni dei luoghi più stretti e più ampi maggiormente notevoli; la superficie e l'altezza dell'ambiente più vasto; la lunghezza (rid. all'orizzonte) Lm della galleria principale; la lunghezza complessiva delle diramazioni; il dislivello pm tra il punto più alto ed il più profondo; la pendenza media dell'asse della grotta. In base a questi elementi si distinguono: le voragini con $Lm < pm$ e inclin. media $> 45^\circ$; le voragini-grotte con Lm e pm uguali o vicini per valore; le grotte con $Lm > pm$ e inclin. media $< 45^\circ$.

Per sintetizzare la direzione degli ambienti sotterranei delle grotte, si è scelto il metodo dei *diagrammi polari*. Si divide la grotta in un certo numero di segmenti, in corrispondenza a tutti i punti dove il sotterraneo cambia direzione; tali segmenti vanno scelti con criterio secondo il maggiore sviluppo longitudinale di ciascun ambiente, valendosi delle particolarità morfologiche offerte dalla planimetria (fig. 25). L'azimut dei singoli segmenti è misurato nel senso della pendenza della cavità; se accade che alcuni segmenti abbiano valori angolari vicini, quando questi siano inferiori a 5° , si sommano. Ridotti a scala conveniente, si riportano a partire da un centro co-

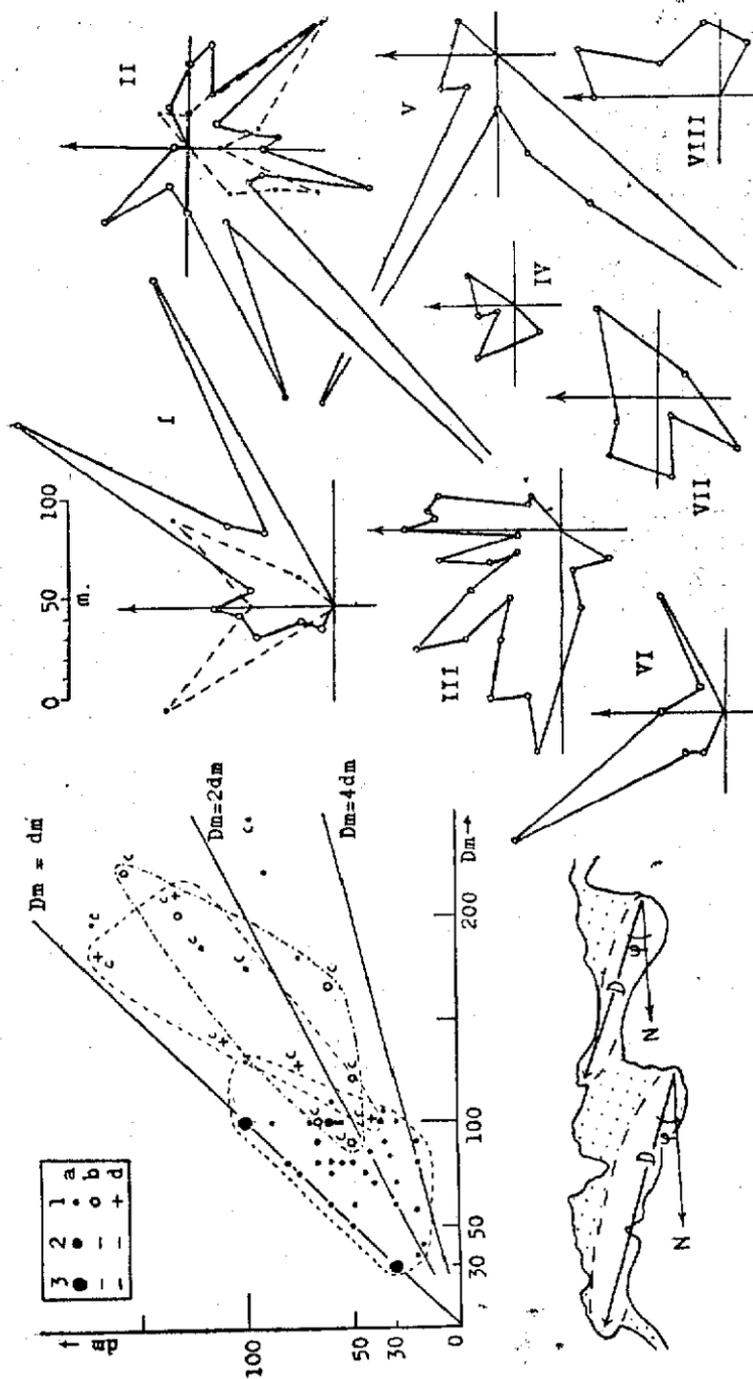


Fig. 25. — CAMPI DI FREQUENZA Dm/dm DI ALCUNE PIU' GRANDI DOLINE: a, doline dei M. Lepini; b, dei M. Sabini; c, dei M. Curicolani; 1, 2, 3, n.° delle doline con dimensioni coincidenti; c, doline di crollo.
 DIAGRAMMI POLARI DI ALCUNE GROTTE. (N in alto): I, gr. di Paetena (tratteggiato il livello infer); II, gr. di Luppa (tratteggiato il ramo sinistro); III, gr. dell'Arco (Bellegra); IV, gr. S. Angelo (Terracona); V, gr. di Pietrascica; VI, gr. Patrizi (Sasso di Furbara); VII, gr. Pozzavento (Lenchi); VIII, gr. di Varru.
 SCELTA DELLE DIRETTRICI D PER LA COSTRUZIONE DEI DIAGRAMMI POLARI (a sinistra in basso). Punteggiato: ampliato della cavità primitiva.

mune, su raggi con angolo φ rispetto ad uno di essi, preso come origine (Nord). Nel caso di grotte con più livelli e tronchi principali (Pastena, Luppa), conviene tenerli distinti, sovrapponendo poi i rispettivi diagrammi. Congiungendo i punti così ricavati si ottiene un *poligono stellato* nel quale i raggi rappresentano, in scala, le somme delle lunghezze dei tratti di grotta con φ di eguale o prossimo valore angolare. Nei diagrammi si notano delle punte che indicano direzioni preferenziali della cavità, mettendole in evidenza assai meglio di quanto si deduca dall'ispezione del solo rilievo. Naturalmente i diagrammi sono affetti dagli errori della pianta topografica, errori che però non cambiano la fisionomia dell'insieme. Quanto è maggiore il frastagliamento, tanto più tortuoso è l'asse della grotta; le grotte inattive, piccole, o in fase di riempimento presentano diagrammi più semplici (fig. 25 - IV). La frequenza di punte simmetriche in quadranti opposti sono indice di una spiccata meandricazione del talweg sotterraneo, o della presenza di rami collaterali; nei diagrammi I, II, III, IV, è evidentissima la prevalenza delle direttrici NE-SO e NO-SE, che sono cioè quelle tettoniche dell'Appennino Laziale-Abruzzese. Nella grotta di Pietrasecca sono assolutamente dominanti; in quella di Bellegra invece, che traversa oltre ai calcari cretacei, calcari marnosi e arenarie calcarifere mioceniche, si verificano anche altre direttrici, verso N e O, in relazione al cambiamento dei piani diaclastici in queste rocce ed alle risultanti dei fattori combinati dell'erosione meccanica e della resistenza della roccia.

NOTE

- (a) NEUENSCHWANDER G. - *Morphometrische Begriffe; eine kritische Uebersicht auf Grund der Literatur* (Geogr. Inst. d. Universität, Zürich 1944; con bibl.).
 PÉQUY CH. - *Introduction à l'emploi des méthodes statistiques en géographie physique* (Rev. Geogr. Alpine, 36, 5; Grenoble 1948).
- (b) CAPELLO C.F. - *La glaciazione attuale nel massiccio del M. Bianco: caratteri morfologici e morfometrici dei ghiacciai sul versante italiano*. (Boll. Com. Glaciol., 16, 153; Torino 1936).
 ID. - *Caratteri e proprietà delle curve ipsografiche delle aree glaciali* (ibid., 17, 79; 1937).
- (c) HARRISON G., THACHERAY A.D. - *On the direction of certain valleys* (Geological Mag., 77, 82; Herford 1940).
- (d) GORTANI M. - *Appunti per una classificazione delle doline* (M. Sott., 4, 115; 1908).

CAPITOLO XVII

RELAZIONE TRA SISMICITÀ E CARISMO

Poichè il Lazio è sede di notevole sismicità è interessante stabilire quale e quanta parte abbiano avuto i terremoti nell'evoluzione della morfologia carsica sotterranea provocando crolli e se il franamento improvviso di sotterranei abbia potuto a sua volta determinare scosse locali. Gli elementi disponibili essendo abbastanza numerosi, si tenterà di chiarire la controversa questione. Occorre precisare innanzi tutto che doline per crollo superficiale o relativamente poco profondo, hanno prodotto sempre modestissime commozioni del suolo, circoscritte a poche decine di m. intorno. Epperò il quadro sismico riproduce in piccolo, per quanto è concesso desumere dalle varie fonti, quello osservato per alcuni movimenti di più vasto raggio.

PSEUDOSISMI CARISICI. — I fenomeni descritti non vanno considerati come veri sismi, ma debbono riferirsi, per molte analogie, a quelli prodotti nei grandi giacimenti carboniferi e metaniferi per rottura di equilibrio a causa della coltivazione mineraria del giacimento. In questi, che diremo, per la loro ben visibile causa, *pseudosismi carsici*, l'area di udibilità del rombo è generalmente più estesa di quella dello scuotimento (fig. 26).

Passerano 10-8-1824: lo sprofondamento (89) che originò la Bagnatora produsse una lieve scossa risentita fino al villaggio di S. Vittorino a 3 Km. (389); il FOLGHERAITER (61) afferma che ivi « il moto del terreno nel prodursi l'avvallamento è stato rotatorio » (op. cit., p. 3).

Artena 2-7-1850: lo sprofondamento di valle S. Croce « produsse un forte scuotimento del suolo, accompagnato da grande fracasso, tanto che i cittadini credettero che fosse avvenuto un terremoto » (61) (81).

Leprignano: la formazione del Lagopuzzo nel 1856 fu preceduta da tremiti del suolo (66) (90) e così anche lo sprofondamento del Lago Nuovo nel 1895. Le vibrazioni manifestatesi nei 4 giorni precedenti, s'intensificarono poche ore prima del crollo onde « alcuni contadini che preparavano il campo per la semina del mais, si accorsero di un leggero movimento del suolo che sembrava oscil-

lare sotto i loro piedi ed impauriti abbandonarono il campo » (FOLGHERAITER op. cit. p. 6).

Montecelio 16-3-1915: l'apertura improvvisa della dolina di V.le S. Lucia (78) di 120.000 mc., produsse un forte rombo accompagnato da una scossa valutata al IV° Mercalli che fece tremare le case di Montecelio; il moto fu sensibile in un'area di ca. 2 Km. di diam. e il rombo, udito distintamente a ca. 3 Km. (fig. 26) fu appena percettibile a S. Angelo e a Palombara Sabina.

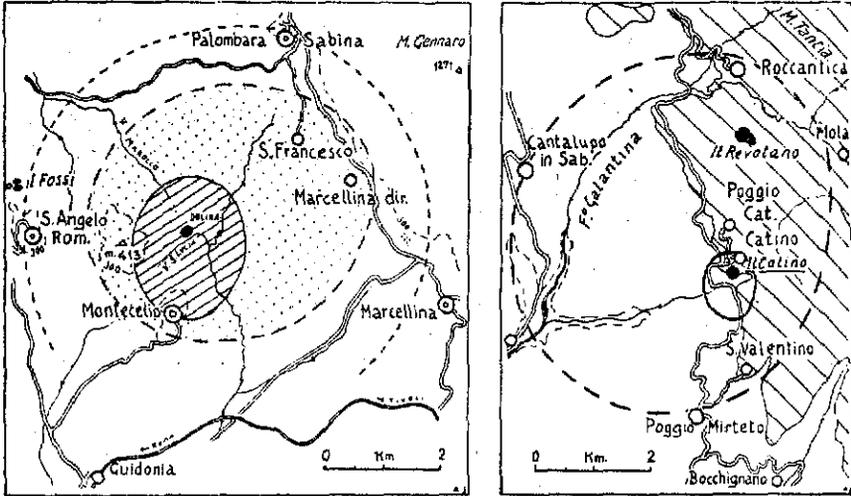


Fig. 20. — PSEUDOSISMA PER CROLLO, con formazione di una dolina presso Montecelio (16/III/1915). Tratteggiato obliquo: area dove il moto vibratorio fu sensibile (III°, IV° Mercalli); punteggiato: area d'udibilità media del rombo; linea tratteggiata esterna: limite estremo di percezione del rombo.

TERREMOTO DI CATINO (25/XII/1897). Tratteggiato: calcari giuresi e liasici del M. Tancia; in nero, antiche doline di crollo; sottolineato l'epicentro; area compresa nella linea a tratti, IV°, III° Mercalli; linea intera, isosisma di V°.

SISMI PER SUBEROSIONE PROFONDA. — Si conoscono lungo il margine occidentale dell'Appennino, dalla Sabina alla Campania, veri e propri movimenti sismici oltremodo localizzati. Sono noti per l'intensità delle scosse nella zona epicentrale ad area limitatissima, e per la loro estinzione a breve distanza: da 1-3 Km. per i terremoti di Catino; da 6-15 per la zona di Passerano-Corcolle; alcuni terremoti di Cassino non furono sensibili a Piedimonte S. Germano dist. 6 Km.; per quello di Palombara Sabina fu raggiunta la distanza di 20-30 Km. L'ipocentro si trova sempre a piccola profondità, almeno di 300 m. per quello palombarese al cui epicentro si manife-

starono avvallamenti superficiali del suolo. Ricordiamo alcuni esempi a nostro avviso più tipici:

Catino 6-4-1889: scossa sussultoria (3h, 30') con forte rombo a Catino, sensibile per un raggio di ca. 2,5 Km. Seguirono repliche leggere accompagnate da rombo fino al 27-5-89 (71).

Catino 13-4-1889: lieve scossa limitata alle due frazioni di Catino e Poggio C. (340).

Catino 25-12-1897: lieve scossa (2h, 30') seguita alle 3h da altra più forte con rombo. L'area e l'intensità sono riferite nella fig. 26 costruita in base agli elementi di E. Ricci (74). Alle 3h 30' replica, ed altre scosse meno intense, accompagnate da rombi fino al 27-1-1898.

La zona fra Poggio S. Lorenzo, Montelibretti, Scandriglia e Tivoli fu soggetta a lievi scuotimenti il 22-1-1890; il 12-1 e 24-2-1896; il 31-1-1897 (74).

S. Vittorino, Passerano, Corcolle 28, 29-5-1904 (71): movimento sussultorio con 3 scosse successive accompagnate da rombi, il primo assai forte. All'epicentro (S. Vittorino) l'intensità raggiunse 4°-5°

i: il movimento si limitò ad un'area lunga 12 Km. NO-SE. larga 7, nella quale sono compresi gli sprofondamenti di Caipoli, di C. Pallavicina, e, nella zona epicentrale, la Bagnatora di cui già s'è detto, presso la quale si trovava l'ipocentro del movimento.

Palombara Sabina 24-4-1901 (72) (76) (83) (87) (88): La scossa principale fu preceduta da forte rombo: Stazzano e Cretone più colpiti rovinarono. Il terreno oscillò ivi per 8 cm., rispettivamente secondo le componenti vertic. e orizz.; a Roma, dove fu sensibile, il periodo fu di 12 oscill./sec. con durata totale di 3' 2" (registr. Uff. Geodin. del Collegio Romano a Km. 29,5 dall'epicentro). In loc. Tre Ponti si produsse 6 mesi prima un avvallamento di 2 m. che si approfondì ulteriormente dopo il sisma: aveva superficie ellittica, lunga 20 m. e larga 12. Nei pressi scaturirono 7 mesi prima sorgenti sulfuree a 22° e acidule fredde; all'Acqua Solfa (23°4 C°), 2 Km. a N di Cretone, si aperse un laghetto di m. 12 × 9.

Il moto sussultorio nell'area epicentrale di questi sismi si manifesta non di rado con un primo impulso verso il basso (sensazione di avvallamento) ed il moto ondulatorio periferico si estingue rapidamente. Quasi sempre la zona in cui ha origine il movimento presenta in superficie segni di sprofondamenti più antichi: così l'ipocentro dei terremoti di Catino giace sotto la dolina di crollo omonima, o nelle immediate vicinanze, tra questa ed il Revotano ben più gran-

de (fig. 26); nell'area sismica stesa al piede dei M. Tiburtini sono compresi i ben noti sprofondamenti di Passerano e di Pallavicina e l'avvallamento pseudocrateriforme dell'Osa. Molto istruttiva è la zona mesosismica del terremoto Palombarese del 1901: i fuochi ipocentrali del sistema giacevano in corrispondenza delle depressioni dette Laghetto e Pantanello, dove al principio dell'800 sussistevano ancora due laghetti (303) con circonfer. rispettiva di m. 640 e 216; un terzo avvallamento si formò (76) a N di questi, durante il sopra accennato periodo sismico. Dai fatti esposti, appare evidente la particolare e costante fenomenologia, la cui origine in parte tettonica (a), va ricercata in un ritorno alla stabilità di strati con alto tenore di carbonati minati principalmente dalle acque circolanti in pressione; potremo per questo definirli come *sismi per suberosione profonda*. Tale soluzione avviene al di sotto del locale livello di base e quindi molto al di sotto dello spessore nel quale si manifesta l'erosione carsica. Particolarmente idonee le zone tettoniche disturbate da faglie, accompagnate da relativo corteo diaclasico, propizie alla circolazione idrica e quindi soggette ai continui depauperamenti delle rocce calcaree o gessose: i carbonati trascinati dalle acque salienti precipitano per la diminuita pressione depositandosi all'esterno onde, proprio in queste aree sismiche sono compresi cospicui giacimenti travertinosi. A tale circolazione più profonda non sembra estraneo un riflesso geotermico per la prossimità della zona magmatica Tirrena, alla cui periferia appunto sono disposte queste manifestazioni: molte sorgenti di tal genere mantengono per tutto l'anno temperature costanti intorno ai 24°; 28° C.

Le sorgenti delle Acque Albule (69) ad es., sottraggono annualmente l'enorme massa di 257.016 tonn. di CaCO_3 per un volume di 91.425 mcb.; le sorg. dell'Acqua Marcia, tra Agosta e Roviano ne asportano annualmente 79.890 tonn. per un vol. di 30.000 mcb. Si comprende quindi quali masse vengano indebolite nella loro resistenza alla pressione ed alle spinte prodotte dalle circostanti formazioni non soggette a questo processo. Nelle giaciture suborizzontali possono formarsi negli intestri delle *cavità laminari per dissoluzione*, con pochi cm. di spessore, ma molto estese, numerose e sovrapposte: la dissoluzione operando attivamente specie alla periferia di tali spazi lentiformi appiattiti, procederà al loro ampliamento estensivo, favorito altresì dalla presenza di strati più rigidi ma assottigliati al tetto. Lo stesso fenomeno può prodursi in senso verticale secondo direttrici tettoniche: in questo caso, raggiunto in un

luogo qualsivoglia il limite di resistenza alle spinte delle rocce incassanti, o, per il caso precedente, alla pressione di quelle sovraincombenti, si produrrà l'istantaneo riassetamento accompagnato da rombo caratteristico e da violenta vibrazione (fase principale nel corrispondente sismogramma). Si accompagnerà altresì un intorbidamento delle sorgenti le cui acque portano in sospensione abbondanti particelle prodotte dalla minuta frantumazione delle rocce all'ipocentro: mancheranno superficialmente spostamenti del terreno *a meno che nei livelli più alti non si trovino cavernosità delle quali venga provocato il cedimento.* Il periodo sismico, giacchè di rado si verifica un solo scuotimento isolato nel tempo, dura da pochi giorni a qualche mese, con ripetizioni d'intensità decrescente e ad intervalli più lunghi. Le ripetizioni sono causate da assestamenti per richiamo immediato o successivo dell'equilibrio instabile di punti vicini nella roccia. Il periodo si chiude coll'assestamento definitivo della regione sismica salvo a rimanifestarsi dopo un lungo periodo necessario al ripristino di condizioni favorevoli.

EFFETTI DEI TERREMOTI TETTONICI APPENNINICI SUI TERRENI SOGGETTI A CARISMO. — Dagli esempi più innanzi riferiti si vede come le onde sismiche più forti possano provocare il crollo di cavità sotterranee particolarmente instabili cui corrisponde in superficie un conseguente sprofondamento; ovvero vibrazioni microsismiche precedenti da tempo il movimento principale possano, in condizioni particolari, favorire crolli; ed infine sprofondamenti carsici avvenuti dopo forti sismi possano essere stati preparati in parte da essi nella fase latente (Montecelio).

Fin dall'antichità ne sono ricordati esempi come conseguenza più o meno diretta di periodi sismici: LIVIO narra di sprofondamenti sincroni con terremoti, avvenuti ad Arpino nel 202 a C., nel Veliterno il 198 a C. Nel 117 a. C. si formò una voragine a Piperno: « terra septem iugerum spacio in caverna desedit » (lib. 40, c. 96). AMMIANO MARCELLINO (212) ricorda l'inghiottimento dell'Oppido Succumio. Nel marzo 1352, durante quel terremoto aquilano, si formarono degli sprofondamenti tra cui il lago di S. Raniero ai piedi dei monti calcarei di Bagno (ALMAGIÀ op. cit.). Durante il terremoto umbro-abruzzese del 2-2-1703 il terreno sprofondò in più luoghi intorno a Norcia, e presso Sigillo (AnTRODOCO) si aperse nel calciliasico una dolina puteiforme larga 55 m., e molto profonda. In occasione del terremoto di Cassino del 18-2-1724, avvenne nei calc. cre-

tacei presso la fraz. Cairra, un grandioso sprofondamento accompagnato da: boato, largo 180 m. e prof. 23, tosto convertitosi in lago: altri minori sprofondamenti nei dintorni lo seguirono (b) durante il periodo sismico dei primi 70 anni del sec. XIX. Periodo sismico VII/1880-VI/1881 (terremoti reatini): durante l'ultima di 4 violente scosse la notte 11/12-3-1881, si spalancò repentinamente una cavità nella sponda alluvionale del lago Potenziari nella quale precipitarono con fragore le acque lacustri e il livello si ridusse di alcuni cm. (79). Terremoto del 2-8-1893: il giorno prima si aperse improvvisamente una cavità larga 125 m., riempitasi d'acqua in tre giorni (c) nella piana travertinosa di S. Vittorino tra Rieti e Antrodoto, già nota per consimili fenomeni (198). Difatti lo ZOPPI (106) osservò nell'autunno 1891 uno sprofondamento largo 50 m. avvenuto quasi innanzi a lui, presso al laghetto Peschiera anch'esso colmatosi d'acqua. Nella medesima loc., lungo la via provinciale, il 19-7-1898, (un mese ca. dopo la scossa del 22 giugno di quell'anno), si formò un pozzo largo 15 m. e profondo 7: nei paraggi se ne aprì un altro 17 giorni prima dello scuotimento del 22 ottobre (75). Per il terremoto Marsicano del 13-1-1915 si aprirono di repente doline alluvionali a SE del paese di Cerchio (Fucino) ed una di m. 4×5 presso Ortucchio. Una ventina di giorni dopo presso Cittaducale e sul Piano di S. Vittorino si formarono varie doline per crollo, ed altre (L. di Paterno) si accrebbero per franamenti (d).

EFFETTO DEI SISMI NELLE GROTTI. — La maggior parte delle grotte sembra non aver sofferto danni dalle scosse sismiche come dimostra la presenza di concrez. talora fragilissime. I rari casi di stalattiti abbattute e di colonne con tagli e distacchi, son stati riconosciuti prodotti da altre cause (v. Cap. XV). I sotterranei più prossimi alla superficie sono più sensibili ai sismi secondo i luoghi, l'orientazione rispetto alla provenienza delle onde, e lo sviluppo, essendo i grandi ambienti domiformi meno stabili. Per le grotte profonde gli effetti sono minimi o nulli, stante l'esiguità del cavo rispetto alla massa rocciosa in cui è racchiuso. Le grandi grotte dei M. Carseolani non hanno sofferto danni dal terremoto del 1915, pur trovandosi prossime all'epicentro: solo qualche blocco giacente nel gran domo di Pietrasecca, parrebbe, per la freschezza dell'aspetto, precipitato in quell'occasione: i paesi vicini invece furono in buona parte devastati. Improvvisi svuotamenti di tasche d'acqua variando un già precario equilibrio, possono provocare sprofondamenti

come indicherebbe la successiva comparsa di sorgenti entro alcune delle descritte doline di crollo, per il ripristinarsi di condizioni idrografiche temporaneamente alterate dai movimenti del suolo.

NOTE

- (a) Molti di questi terremoti marginali alla catena appenninica, con ipocentro nei terreni pliocenici, sono dovuti all'instabilità propria della compagine di queste formazioni più giovani e plastiche.
- (b) PILLA L. - *Relazione dei terremoti avvenuti a S. Germano e Montecassino nel 1837* (Ann. Civ. R. Duc. Sicilia; Napoli 1838).
- (c) v. Suppl. 98 Boll. Uff. Centr. Met. e Geodinam., n. 274; 1893.
- (d) Op. cit., al cap. VI.

CAPITOLO XVIII

SPELEOMETEOROLOGIA

Il fenomeno carsico, così diffuso e vario nelle sue forme, presenta notevole interesse dal punto di vista climatico e meteorologico. Potremo anzi distinguere un aspetto *macroclimatico* che si inserisce per i suoi caratteri in quello regionale partecipando a tutte le variazioni di questo: tale il clima dei bacini chiusi, delle valli cieche, ecc.; ed un aspetto più propriamente *microclimatico*. Questo può riferirsi alla superficie di aree carsificate, limitatamente allo strato d'aria dello spessore di 1-2 m., ad immediato contatto delle rocce, con carattere quindi estensivo; oppure può riferirsi all'atmosfera racchiusa nelle cavità, (doline, grotte, voragini) con carattere invece localizzato. Le caratteristiche sono tanto più diverse dalle esterne, quanto più ridotta sia la comunicazione delle cavità con l'ambiente aperto e maggiore lo sviluppo sotterraneo.

OSSERVAZIONI SUL MICROCLIMA DEI LAPIEZ. — Sui calcari spogli di vegetazione il passaggio dalla temperatura diurna a quella notturna è molto rapido; al tramonto e all'alba si verifica un brusco salto termico, specialmente sensibile d'estate. Durante il giorno la differenza fra ombra e sole è notevole: vi influiscono la microesposizione, cioè l'orientamento dei particolari della morfologia di dettaglio e il diverso riscaldamento del calcare secondo che sia in forme laminari o grossolane. La conducibilità termica-oscilla anch'essa notevolmente secondo che il calcare sia compatto o molto fessurato. Una

misura fatta di giorno, in agosto, all'interno di una fessura di lapiez, profonda 0,5 m. dette una differenza in meno di 3° con la temperatura esterna. La notte, invece, tale differenza era ridotta al minimo (0°,4); in alcune altre fessure la temperatura era di 2-3 decimi più elevata che all'esterno nelle prime ore del mattino; questo è dovuto al calore assorbito durante il giorno dalla roccia incassante e irradiato la notte. Di notte prevale l'uniformità termica, con scarti ridotti, come s'è detto, ma sufficienti per spiegare la variabilità nella popolazione di insetti, molluschi e piante da luogo a luogo anche in spazio limitato.

OSSERVAZIONI SUL MICROCLIMA DELLE DOLINE. — Le doline, quando raggiungano profondità sufficiente e non presentino depressioni marginali troppo accentuate, mostrano sovente un microclima ben individuato. D'inverno ristagna aria più fredda, con differenza di 5°-10° e più, rispetto all'ambiente circostante (a). Veri e propri *laghi d'aria fredda* si formano particolarmente quando l'atmosfera sia calma e tendono a livellarsi con la soglia più bassa della dolina, specialmente se giace in pendio. Più interessante è il comportamento estivo dell'atmosfera nelle doline. Generalmente tutte le forme concave conservano maggiore umidità e quindi tendono a scaldarsi più lentamente: la Fossa Grande di S. Angelo R. (cap. VI) ne è un bell'esempio. In questa dolina asimmetrica alcuni scandagli termici eseguiti a 1 m. dal suolo (26-V-1946) hanno mostrato come gli strati relativamente più freddi non occupino soltanto la parte più profonda, ma si dispongano a forma di unghia schiacciata, marginalmente alla base della parete ripida esposta a N, dove le acque percolanti rendono più umido l'ambiente (fig. 27-V). La sensibile evaporazione lungo le pareti rocciose provoca un'innalzamento della zona fredda su di esse; lo spessore massimo del livello freddo (compreso fra 15°5 e 18°) varia da 1 a 5 m.; il massimo scarto di 5°6 tra le temperature minima (al fondo: 15°5) e massima (al margine 21°1) è stato registrato durante le ore più calde del giorno. La notte tale scarto tende a ridursi raggiungendo il minimo di circa 2° nelle ore mattutine. I movimenti d'aria, specialmente nei giorni di vento, possono annullare questi effetti; nella cavità si formano allora correnti vorticosose di richiamo che rimescolano gli strati atmosferici. In qualche caso particolarmente favorevole può rimanere una zona più o meno limitata di calma sottovento, dove si conservano le precedenti condizioni termiche, ma invertite qualora la corrente d'aria sia più

fredda. Perciò molte doline di questo tipo, presentano d'estate una metà umida più fredda ed una metà più asciutta e calda.

OSSERVAZIONI SUL MICROCLIMA SOTTERRANEO. — Sebbene non si siano effettuate osservazioni sistematiche continue, pur tuttavia i dati raccolti durante le diverse escursioni, permettono di ricavare alcune considerazioni generali su vari elementi della meteorologia ipogea (b).

TEMPERATURA. — Le misure venivano eseguite con termometro a decimi, stabilendo delle stazioni lungo il percorso della grotta: esse non erano poste a distanze regolari, bensì dove lo esigeva la frequenza dei cambiamenti topografici dell'ambiente. Il termometro, spazio permettendolo, era usato a fionda, ma se era pericoloso per l'incolumità dell'istrumento, veniva agitato con moto pendolare a 50 cm dalla persona. Nelle maggiori grotte, la misura doveva essere eseguita spesso in posizione disagiata da bordo del canotto, o immersi nell'acqua, o sospesi alla scala di corda. Ad ogni stazione venivano effettuate tre letture, a intervalli di 3' o più, ritenendone poi la media, ed insistendo particolarmente dove apparivano più forti le differenze tra di esse. Le lampade tenute sempre distanti molti m., le misure si eseguivano con la squadra di punta, quindi in atmosfera vergine dal passaggio di altre persone (c).

Il fattore più importante che regola l'andamento della temperatura è lo sviluppo altimetrico della sezione longitudinale, poichè le masse relativamente più fredde obbediscono alla gravità. Si ha quindi una stratificazione termica regolare della quale si distinguono tre schemi fondamentali per i sotterranei privi di particolari complicazioni topografiche e idrografiche. Ciascuno presenta una curva caratteristica (fig. 28):

- I) *Sacco d'aria fredda* cioè grotte discendenti, con quota più alta all'ingresso: la curva si avvicina schematicamente ad un'iperbole; la temperatura scende rapidamente in breve spazio A, poi tende a mantenersi uniforme in B. Tali ad esempio sono le temperature riscontrate nelle grotte Caùto e Civerta.
- II) *Sacco d'aria calda*, cioè grotte in salita, con l'ingresso più basso del fondo: la curva si compone di una prima parte A cui segue un tratto intermedio B di lunghezza variabile, corrispondenti nel loro insieme al I tipo dove si raggiunge la temperatura minima: di una seconda parte C convessa, dove si dispongono

le più elevate temperature interne. Tali sono ad esempio la grotta della Mandorla in Sabina e quella di Colleparado negli Ernici, nella quale il T-IV-38 si riscontrarono: all'ingresso 15°; a 6 m., 8°; a 40 m., 6°,8; a 110 m., 12°.

III) *Voragini e pozzi*: la distribuzione della temperatura segue quella dei laghi come indica la rispettiva curva che non differisce nell'andamento da quelle osservate per altre cavità consimili anche maggiori (d).

Naturalmente d'inverno le curve cambiano sensibilmente nel primo tratto A che, nei casi estremi, (temperatura esterna alquanto inferiore all'interna), giunge all'inversione. Nel caso particolare di un traforo naturale (Pertuso di Rojate) la temperatura si abbassa rapidamente ai due ingressi mantenendosi poi stazionaria nell'interno: la curva è costituita da due rami del I tipo, ma opposti (A, B; B, A).

Un esempio di grotta, tipica per la distribuzione delle masse d'aria in dipendenza con la topografia, è il ramo superiore di Pastena. Vi si manifestano due accumuli di aria calda alle estremità: uno presso l'ingresso, tanto sensibile che il luogo è chiamato «il Forno» dove sovente la temperatura vi è uguale o più alta che all'esterno; l'altro massimo è nell'ultimo ambiente, 16 m. ca. più elevato rispetto alla quota minima della grotta. Ecco le massime e minime osservate:

IL FORNO	GALLERIA	SALA DEL M. NERO	DATA
Co 22°8	18°6	21°3	giugno 1942
20°1	15°6	18°1	» »
25°2	17°0	19°5	settembre »
28°0	15°8	16°2	» »

I luoghi di raccolta delle masse d'aria a massima e minima temperatura, subiscono talvolta dei lievi spostamenti pur mantenendosi sempre nelle medesime zone. Il valore massimo di questi spostamenti per i tre luoghi citati nella tabella, sono rispettivamente di m. 40; 25; 15. Essi tendono a ridursi con l'aumentare della distanza dall'esterno, in dipendenza del rallentamento degli scambi termici progredendo nella grotta (cfr. anche fig. 11).

La presenza di ambienti con volta cupoliforme, particolarmente favorevoli all'imprigionamento di *campane d'aria calda*, e di concavità più profonde adatte alla conservazione di *sacche fredde*, riduce ancora maggiormente gli spostamenti di questi massimi e minimi a carattere permanente. Le strettoie producono sovente il medesi-

mo effetto: nell'inghiottitoio di Pietrasecca un restringimento con tre arcate segna il limite estremo oltre il quale non sono risentite le oscillazioni esterne.

Anche nei bracci laterali di Luppa, tutti in salita rispetto alla grotta principale, si notano sensibili accumuli d'aria calda (48):

BRACCI	DISTANZA PROGRESSIVA DALL' ESTERNO	TEMPERATURA
I	m. 40	da 11°6 a più di 12°
II	> 140	da 8°4 a 9°7
III	> 350	da 7°0 a più di 10°

Qualche volta, dove siano piccole variazioni di quota (anche di soli 2 m. in più o meno) si manifestano dei massimi e minimi secondari (del valore di qualche decimo) a carattere temporaneo, appunto perchè si dileguano facilmente dalla cavità: è sufficiente anche il passaggio o la sosta di una persona.

Onde rendere graficamente apprezzabili i fenomeni descritti, in rapporto alla topografia dell'ambiente, si sono disegnate sulla pianta della grotta delle isoterme per ogni C°.; il tratto pieno indica la loro traccia ideale nell'atmosfera sotterranea, mentre il prolungamento tratteggiato è puramente dimostrativo (fig. 27).

Nelle grotte più lunghe, inghiottitoi e risorgenze, la distribuzione della temperatura è modificata da altri fattori principalmente idro-

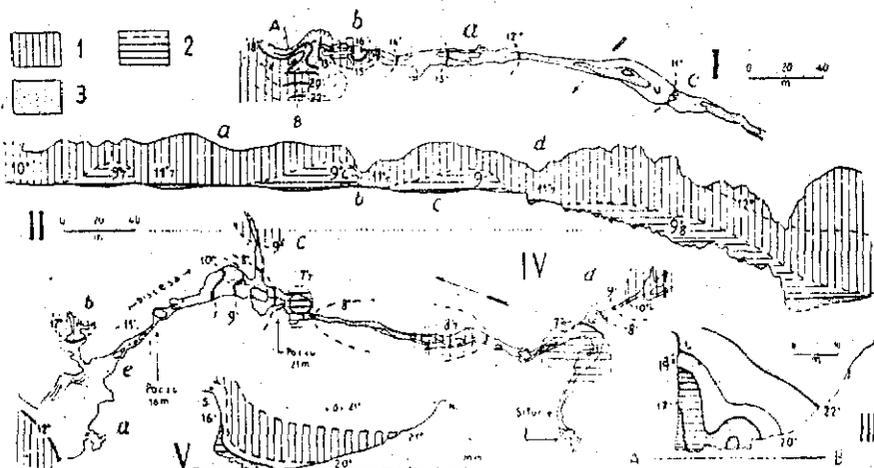


Fig. 27. — TEMPERATURA DELL'ARIA NELLE GROTT E DOLINE: I, II, III, Pietrasecca; IV Luppa (la pianta di quest'ultimo è stata rovesciata per ragioni di spazio); V, Fossa Grande di S. Angelo R.
1, aria a temper. relat. più elevata (calda); 2, id. più bassa (fredda); 3, laghi: (I, III - 15-VIII-1942 - IV - 15-VIII-1946 - II - 20-X/1946).

grafici (laghi, acque correnti, stillicidi forti) che possono anche annullare l'effetto della morfologia (48).

Le acque correnti tendono a rendere più uniforme la temperatura dell'aria: nel grottone di Varri la temp. decresce rapidamente da 19° a 15° nel pozzo d'accesso, poi più lentamente fino a 12°. Quivi, anche d'estate, corre un rigagnolo parzialmente mascherato da blocchi di frana: l'aria a temper. minore di 10° si trova costantemente spostata a sinistra del talweg, in una breve striscia compresa tra la ripida salita che conduce alla galleria superiore e la massa d'aria a 11°; 12°, mitigata dalle acque. L'acqua di provenienza esterna, più calda d'estate, tende a innalzare lievemente (1°; 2° al massimo) la temperatura dell'ambiente sotterraneo, mentre d'inverno tende ad abbassarla. Così nell'inghiottitoio di Pietrasecca, già a novembre, l'aria all'altezza di 2 m. dal suolo si manteneva fra 11°1 e 11°7; in prossimità del torrente oscillava tra 9° e 9°8, mentre all'esterno raggiungeva solo 10°: ciò si ~~rende~~ ~~va~~ in particolar modo evidente dove le acque scorrevano più rapide. Il fenomeno, limitato agli strati inferiori degli ambienti con volta più elevata, tende ad attenuarsi procedendo verso l'interno per la progressiva cessione di calore dall'ambiente e dalle rocce alle acque. Questo avviene specialmente dove le acque si espandono mantenendo ricambio lento e raggiungono minore profondità. Nel domo (fig. 27-II) soggiornava un limitato accumulo freddo (gravità) sotto alla cascata, però l'acqua quasi stagnante del lago non riusciva a raffreddare l'ambiente troppo vasto: nella parte media della volta a cupola la temperatura saliva già a 12°.

D'estate i laghi relitti, quando siano sufficientemente grandi occupando tutto, o buona parte dell'ambiente, influiscono innalzando localmente la temperatura di qualche decimo: così nella galleria dell'inghiottitoio di Luppa si ha un aumento locale di 0°7 e cioè 8°7, mentre in genere si ha meno di 8°. Quando però i laghi siano situati in fondo a pozzi, come accade dopo il secondo salto di 21 m. (Luppa), la loro presenza non riesce a mutare sensibilmente la regolare stratificazione per effetto della gravità (alla superficie dell'acqua 7°7 e alla soglia del salto 8°9) (fig. 27-IV).

Nei luoghi dove lo spessore delle rocce soprastanti non sia eccessivo, si verifica la trasmissione del calore esterno (temperature particolarmente alte d'estate alla superficie dei terreni carsici denudati), attraverso alle diaclasi; così accade che nelle zone più interne dei maggiori ambienti di alcune grotte, (es. nel gran domo di Pietrasecca), si manifestino complicati movimenti e turbolenze dovuti a

scambi termici fra le parti inferiori, più fredde, e quelle superiori continuamente alimentate dal calore esterno. Ciò concorda con le osservazioni compiute per altre grotte dall'ANELLI (e). Fu appunto constatato che da queste fessure (dette per la loro funzione *sfiatatoi di grotta*), d'estate viene aspirata aria dall'esterno, e d'inverno viene emessa aria dall'interno: nelle stagioni intermedie si avrebbero fasi alterne.

Le variazioni della pressione atmosferica hanno particolare importanza nell'accelerare questi scambi ed in casi particolari si può rendere sensibile il soffio, o l'aspirazione. Il prolungamento all'esterno dell'atmosfera sotterranea a *tubo d'aria fredda* è fenomeno frequente; esso è specialmente manifesto a Pietrasecca per la conformazione dell'ingresso a due aperture affiancate. Una serie di misure prese trasversalmente alla trincea del torrente asciutto, a 25 m. dall'entrata, ha rivelato il profilo di fig. 27-III che si modella perfettamente alla forma delle aperture (Tav. VII-1).

Nel settembre 1942 furono eseguite, col prof. G. MORANDINI alcune misure con apparecchi registratori nella grotta di Pastena (f) onde constatare fino a che distanza dall'esterno ed in qual modo si propagassero le oscillazioni della temperatura nel ramo superiore della grotta stessa. Premesso che questi apparecchi sono poco sensibili, per scarti minori di $1/2$ grado le oscillazioni restano inferiori allo spessore del tracciato del pennino; inoltre non registrano che le oscillazioni di durata superiore a 1 h. (g).

I termogrammi tendono ad un generale appiattimento allontanandosi dall'esterno; i tratti di curva dei massimi tendono a ridursi ad una punta nelle zone più interne: il contrario accade per i minimi.

All'esterno il periodo più caldo nelle 24 ore si mantiene per 2-3 ore; a 40 m. per circa altrettanto; a 65 m. per 3 ore; a 83 è ridotto ad una punta di $1-1/2$ ora e a 92 m. ad una punta passeggera di registrazione appena sensibile, a intervallo molto regolare. La fase più acuta dei minimi nel termogramma esterno è di 2 h e così circa fino a 65 m. Successivamente a 83 m. diviene a periodo più ampio (circa 10-12 h) mantenendosi così fino a 92 m.

Riassumendo :

all'esterno i massimi si sono manifestati tra le h 14 e 16, i minimi tra le 5 e le 7						
settembre, a m. 49	»	»	»	»	» 11 e 14 (?)	» 8 » 10
giugno, a m. 65	»	»	»	»	» 14 e 17 (?)	» 4 » 8
settembre, a m. 83	»	»	»	»	intorno alle h 18	» 22 » 10
giugno, a m. 92	»	»	»	»	ogni 7 h circa* e cioè alle 14, 21, 4: 12.	

La trasmissione dunque delle oscillazioni termiche esterne, nelle 24 ore, procede come un'onda attenuandosi alla fine del salone d'ingresso della grotta e, nel ramo superiore, è ancora sensibile per un breve tratto di 40 m., cioè fino a circa 100 m. dall'ingresso. Più all'interno tende a smorzarsi pur risentendosi ancora a lungo un'oscillazione di qualche decimo: i diagrammi però, appaiono rettilinei per l'insensibilità degli apparecchi. Queste onde rallentano nel loro avanzamento verso l'interno, ed i rispettivi massimi e minimi giungono con ritardo. Gli elementi raccolti sono insufficienti per stabilire il valore del ritardo per ciascuna stazione. È probabile che questo subisca delle variazioni lungo il percorso anche in dipendenza della topografia. Oscillazioni a periodo più lungo (di alcuni giorni) e stagionali, sono certo risentite con i relativi ritardi in tutti gli ambienti come del resto stanno ad indicare le differenze ottenute tra i profili termici presi in giorni diversi. Nella fig. 28 sono riportati i valori delle oscillazioni massime dei singoli termogrammi: la curva così ricavata risulta assai regolare; essa rende evidente il progressivo affievolimento degli scarti termici nel primo centinaio di metri. Lo scarto è più sensibile nella *pregrotta*, per mantenersi poi stazionario per tutto il vasto ambiente d'ingresso; poi la curva subisce una sensibile flessione all'inizio della *grotta vera* per terminare alla prima strettoia; al di là di questa le variazioni divengono minime:

DISTANZA DALL'ESTERNO IN METRI	SCARTO IN °.
0	tra 15° e 12°
40	tra 4° e 3°8
65	2°5
83	tra 2° e 1°5
99	1°
oltre 100 m.	meno di 1° (tende ad annullarsi).

Per confronto è riportato il medesimo diagramma ricavato dal MARCHETTI (op. cit.) per la *Tana che Urla*, grotta di risorgenza nelle Alpi Apuane, però molto più corta. La graduale riduzione nel valore degli scarti termici che si verifica per la grotta di Pastena è dovuta alla presenza del cavernone d'ingresso che permette ampia comunicazione con l'esterno contrariamente a quanto accade per la *Tana che Urla*, assai stretta.

Temperatura media delle cavità sotterranee del Lazio. — Nella seguente tabella sono esposte le medie delle temperature più interne di alcuni sotterranei:

SOTTERRANEO	QUOTA M. SUL LIV. S.M.	TEMPERATURA CO
grotta di M. Conca	2	17°6
» di Pastena	176	15°6-18°7
voragine di M. Spaccato	445	12°
grotta dell'Arco (Bellegra)	415	15°
» di Collepardo	502	10°-12°
» Caio	623	12°8
inghiottitoio di Varri	765	10°3-12°
» » di Pietrasecca	798	11°-12°
» » di Lupa	857	7°-8°

Misure termometriche isolate effettuate in altre cavità minori, hanno fornito temperature che ripetono quelle della tabella. Onde può dirsi che dal livello del mare a 500-600 m. d'altitudine, la media è compresa tra 18° e 12°; al di sopra dei 500-600 m. si va da 12° ad un minimo di 7°. La temperatura media all'interno dei sotterranei tende a diminuire con l'elevazione della quota d'ingresso, e ciò concordemente a quanto avviene per la media esterna locale. Per le grotte del Lazio può quindi ritenersi come media generale una temperatura di 11°; 12°. Va notato come queste cifre ab-

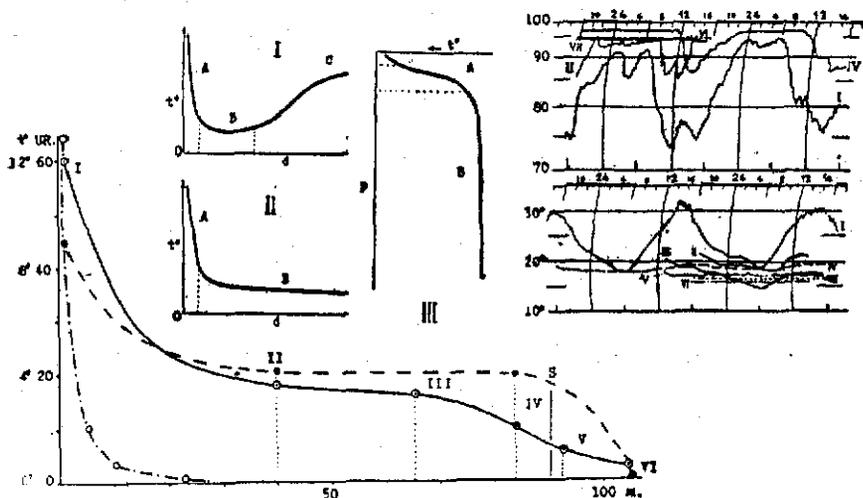


Fig. 38. — TIPI FONDAMENTALI DEI PROFILI TERMICI DELL'ARIA NELLE CAVITÀ SOTTERRANEE (in alto, a sinistra). I, grotte con quota più bassa all'ingresso; II, grotte con ingresso più alto (discendenti); III, voragini e pozzi. *t*, temperature; *d*, distanze; *p*, profondità; *A*, *B*, *C* parti corrispondenti del profilo.

In alto a destra: REGISTRAZIONI DELL'IGROGRAFO (sopra) E DEL TERMIGRAFO (sotto) NEL LIVELLO SUPERIORE DELLA GROTTA DI PASTENA (25-26 settembre 1942). I, all'esterno; II, a m. 40 dall'ingresso; III, a m. 65; IV, a m. 83; V, a m. 92; VI a m. 105; VII a m. 350.

Sotto: VALORE MEDIO DEGLI SCARTI TERMICI E IGROMETRICI NELLE 24 h. RISONTRATI NELLA GROTTA DI PASTENA (linee inlora e tratteggiate); I, IV, stazioni; *s*, strelloia; la curva a tratti con punti si riferisce agli scarti termici della Tana che Uria nelle Alpi Apuane.

biano solo un valore indicativo, perchè come si è visto dalle precedenti considerazioni, non possono essere sufficienti due o tre sole misure per definire la temperatura media dell'aria sotterranea. Questa infatti è sovente più variabile di quanto generalmente sia creduto.

IGROMETRIA. — All'interno della grotta di Pastena, contemporaneamente alle misure termiche, furono fatte quattro stazioni con l'igrografo. L'andamento delle curve dell'umidità relativa ha molti caratteri in comune con quelle termiche, ma fornisce diagrammi approssimativi, a carattere più che altro dimostrativo. Anche qui si manifesta un progressivo appiattimento generale dei diagrammi, sebbene meno accentuato. I massimi e minimi secondari tendono a livellarsi; le curve dei minimi a ridursi di durata; i massimi a salire in valore procedendo verso l'interno dove assumono andamento uniforme e lineare. Procedendo sempre nello stesso senso, sia i massimi che i minimi hanno tendenza ad innalzarsi con l'aumentare dell'U.R. all'interno; a notevoli distanze dall'esterno l'umidità varia secondo i luoghi, mantenendo però valori superiori a 85. La curva degli scarti è riportata nella fig. 28. Le oscillazioni sono più sensibili nella pregrotta, poi restano stazionarie per un tratto, quindi si estinguono rapidamente.

DISTANZA DALL'ESTERNO IN M.	VALORI MEDI DELL'U. R.		SCARTO FRA MAX./MIN.	DURATA IN ORE	
	MASSIMA	MINIMA		degli innalza- menti della U. R.	degli abbassa- menti della U. R.
0	85	50	45	9	15
40	88	71	20	12	12
83	95	73	20	14	10
105	88	88	0	—	—
330	90	90	0	—	—

La punta dei minimi si presenta bifida (*minimi secondari*) che persistono divisi ancora per un certo tratto progressivamente, e a 80 m. si ha un solo minimo che scompare oltre i 100 m.

DISTANZA DALL'ESTERNO IN M.	1° MINIMO	2° MINIMO	ORE NELLE QUALI SI VERIFICANO	DURATA DELL'INTER- VALLO IN ORE
0	46	50	12 - 16	4
40	72	70	10 - 13	3
83	73	—	14 - 15	1
105	90	—	—	—
330	88	—	—	—

D'inverno si osservano comunemente condensazioni di vapori all'ingresso di cavità sotterranee (Caùto, voragine di Tesoro, Meri del Soratte, Pozzo Fornello, Pozzo Calleraro ecc.) che dettero origine anticamente a false interpretazioni sulla natura di quelle nebbie. Condensazioni interne (h) sono state osservate anche in molte delle nostre grotte (Luppa, Pietrasecca ecc.).

MOTI DELL'ARIA. — I movimenti d'aria nelle grotte dipendono principalmente dall'andamento topografico di esse, dal numero degli ingressi, dalla presenza o meno di *sfiatatoi* e di corsi d'acqua. Nelle voragini del Lazio in generale, non furono constatati movimenti; fanno eccezione i Meri del Soratte composti da un sistema di tre voragini comunicanti sotterranamente, nei quali si stabiliscono delle correnti, variabili d'intensità e direzione secondo le stagioni e le oscillazioni della pressione atmosferica. In qualche caso, quando l'ingresso sia molto ampio, nelle ore pomeridiane più calde si formano delle deboli correnti d'aria limitate alla parte sommitale, prodotte dal contrasto tra l'aria a contatto delle rocce scaldate dal sole e gli strati freddi della cavità.

Nelle grotte sono stati osservati tre tipi di movimenti d'aria (i): *moti turbolenti*, *spostamenti laminari* e *correnti*. I primi si osservano specialmente negli ambienti più vasti, dove per esempio fluiscano lentamente acque; gli spostamenti laminari sono più frequenti dove la sezione è larga e bassa, mentre le correnti si riscontrano particolarmente sensibili presso gli sbocchi e nelle strettoie dove qualche volta acquistano velocità notevole (*fenditure* e *strettoie soffianti* o *aspiranti*, secondo i casi).

I sistemi di circolazione atmosferica nelle grotte esaminate si possono riassumere così:

- 1) *circolazione a sacco d'aria aperto in alto*, dove si ha un movimento dall'esterno verso l'interno presso il suolo (*corrente entrante*), ed uno in senso opposto lungo la volta (*corrente d'uscita*).
- 2) *circolazione a sacco d'aria aperto in basso*, dove le due correnti sono invertite (entrante, in alto; corrente d'uscita, al suolo).
- 3) *circolazione a tubo aperto*, quando vi siano due bocche a differente livello, per cui si stabilisce una corrente ora in un senso, ora nell'altro secondo i casi (es. il Pertuso di Rojate).
- 4) *circolazione composta*, che si manifesta nelle grotte più lunghe, con ramificazioni.

Un sistema composto è stato esaminato a Pastena in occasione delle precedenti osservazioni termiche e igrometriche. Sotto l'aspetto aerodinamico questa grotta funziona nel suo insieme, a sacco d'aria aperto in basso, ciò che conferma le previsioni teoriche che si ricaverrebbero considerando la sezione longitudinale ed i profili termici. La corrente d'uscita è particolarmente sensibile all'ingresso del ramo superiore e verso il suo mezzo, cioè nel luogo più elevato G e in quello più depresso L, ambedue con passaggi stretti e corrispondenti rispettivamente al massimo ed al minimo del profilo termico medio. I due rami laterali LM e OP funzionano invece a sacco d'aria aperto in alto, conformemente alla loro topografia; anche il ramo inferiore funziona in questo modo e la corrente uscente vi è costante: nel luogo di confluenza con la corrente uscente dal ramo superiore presso G, le stalattiti hanno assunto nel loro accrescimento una posizione anomala, inclinata verso l'esterno (fig. 11 - B). Nella caverna d'ingresso pertanto prevale generalmente un movimento basso, uscente (che perde di velocità nel vasto ambiente) ed una corrente superiore d'entrata, che va ad alimentare la *campana calda* (fig. 24).

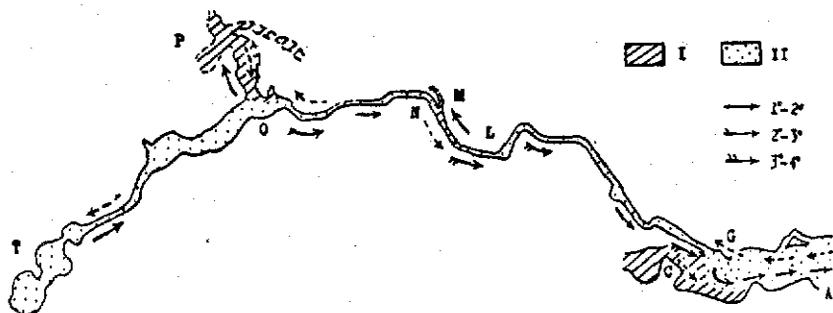


Fig. 29. — MOTI DELL'ARIA NEL LIVELLO SUPERIORE DELLA GR. DI PASTENA. I, circolazione a sacco d'aria aperto in alto; II, id. aperto in basso; cuspidi tratteggiate, moto dell'aria in alto lungo la volta; cuspidi intere, moto dell'aria lungo il suolo; velocità: 10 - 40 sec. la scala riferita a pag. 202.

Agli inghiottitoi di Pietrasecca e di Luppa è stata osservata la produzione di spostamenti d'aria in senso ritmicamente opposto, dinanzi all'ingresso e all'inizio della cavità; caldi dall'esterno all'interno e freddi quando provengono dalla grotta. Il fenomeno assomiglia ad un *respiro* percettibile e registrato particolarmente dal termometro. A Luppa si manifesta nei primi 50 metri, cioè fino al termine E della pregrotta; tra 50 e 70 è nullo (I) (zona di transizione, più stretta); si ripete più ridotto tra 70 e 100 metri dove

cessa alla strettoia prima del salto di 16 metri. Il primo massimo dell'oscillazione si ha a m. 80-90 dall'ingresso, con uno scarto di 1° (da 10°1 a 11°1); il secondo, a m. 25-30, con uno scarto di 4° (da 17°5 a 21°5). All'inghiottitoio di Pietrasecca il fenomeno si notava per circa 200 metri all'interno, cioè fino alla strettoia C delle 3 arcate dove si smorzava; si protraeva esternamente all'ingresso per altri 30-40 metri con uno scarto di 1°; 1°5. L'oscillazione era minima subito dopo l'ingresso, dove soggiorna una massa d'aria più calda (fig. 27 - I). Le osservazioni hanno rivelato che il fenomeno non si verifica tutti i giorni, e sarebbe limitato alle ore meridiane più calde; il periodo dell'oscillazione ha una durata di 10'-15'; le *pulsazioni calde* duravano però meno degli intervalli freddi. Questi limitati elementi possono avere solo carattere indicativo segnalando la presenza del fenomeno, ma sono troppo scarsi per permetterne la spiegazione; va notato che la zona in cui si verifica è limitata alla parte anteriore di grotte lunghe ed ampie e si arresta alla prima strettoia. Il fenomeno consiste in uno scambio di masse d'aria tra l'esterno e l'interno come mostrano le isoterme tracciate all'ingresso dell'inghiottitoio di Pietrasecca (fig. 27 - I). Uno dei fattori probabili va ricercato nella forma della cavità e nella conseguente ampia superficie di contatto interposta fra l'aria interna e quella calda esterna (in uno spazio orizzontale minore di 100 metri, si passa da massimi superiori a 30° a minimi di 12° o 11° cioè con un salto da 18° a 20°): è probabile però che interferiscano altri elementi la cui complessità potrà essere risolta con ulteriori sistematiche indagini (m).

NOTE

- (a) W. SCHMIDT ricorda una conca profonda 100 m. presso Lunz (Austria) dove, in gennaio, riscontrò al fondo -28°,8 C° e +2°,3 sul margine più elevato; uno scarto quindi di 30°; v. SCHMIDT C. - *Die tiefsten minimum Temperaturen in Mitteleuropa* (die Naturwissenschaften, p. 367; 1930).
- (b) La meteorologia ipogea è andata sviluppandosi in It., specialmente nell'ultimo ventennio per le grotte del Carso e per qualche cavità dell'Appennino settentrionale:
- CRESTANI G. - *Ricerche di meteorologia ipogea nelle grotte di Postumia* (Gr. It., 4, ser. II, 1939).
- id. - *Le cavità barometro* (ibid., 2, ser. II, 1937).
- id. - *Ricerche e studi di meteorologia ipogea nelle grotte di Postumia* (Atti I Congr. Speleol. Naz., p. 139-154; Trieste 1933).
- DE GASPERI G.B. - *Gli spostamenti d'aria nelle grotte* (M. Sott., 9, 85; 1913).
- id. - *Meteorologia sotterranea* (in: *Grotte e Voragini del Friuli*, op. cit., p. 188).
- CRESTANI G., ANELLI F. - *Ricerche di meteorologia ipogea nelle grotte di Postumia* (Mem. Ist. It. Spel., ser. II, Roma 1939).

FERUGLIO E. - *A proposito di altimetria barometrica nelle voragini* (Gr. II, 1, 190; 1932).

GHEBA G. - *Brevi note di altimetria aneroidea negli abissi naturali* (ibid. 3, 120; 1932).

MARCHETTI M. - *La Tana che Urla nelle Alpi Apuane* (ibid., 1, 1; 1932).

VENCILLI F. - *Il regime termico delle grotte di S. Canziano* (ibid., 5, 49; 1931).

(c) In alcune delle maggiori grotte la media frequenza delle stazioni termometriche è stata

GROTTA	LUNGHEZZA	N.º STAZIONI	1 STAZIONE IN MEDIA OGNI:
Pastena, ramo sup.	m. 530	da 10 a 22	m. 53-24
Luppa	primi » 500	20	25
Pietrasecca	» » 300	30	10
Varri	» 170	12	14

(d) FERUGLIO E. - *Il Bus de la Lum nell'altipiano del Consiglio; alcuni dati sulla distrib. verticale della temper. nella voragine* (Gr. II, 3, 110; 1929).

MARCHETTI M. - *La Vestricia e l'abisso E. Revel nelle Alpi Apuane* (ibid., 4, 145; 1931).

(e) ANELLI F. - *Sfiatatoi di grotta nella regione carsica di Postumia* (Gr. II, 1, ser. II, 50; 1936).

CRESTANI G. e ANELLI F., op. cit.

(f) Gli apparecchi furono concessi dal prof. A. Lo Surdo del Comitato per la Fisica del C.N.R. che ringrazio vivamente. Purtroppo il breve periodo di osservazione non permise di ottenere diagrammi più lunghi ed in maggior numero di stazioni, come sarebbe stato auspicabile per ricavare elementi di più sicuro giudizio.

(g) Per la posizione delle singole stazioni v. fig. 11, profilo longitudinale.

(h) TROMBE F. - *Météorologie et Hydrologie souterraines; application aux massifs d'Arbaud et Paloumière, Haute Garonne* (Annales de Spéléologie, 2, 99; Paris - Nîmes 1947).

(i) Scala adottata per le velocità dei movimenti dell'aria:

0 ^o) da m. 0 a m. 0,20/sec. circa	il fumo di una sigaretta sale indisturbato o ondeggia irregolarmente.	} turbolenza
1 ^o) da m. 0,20 a m. 0,50/sec. circa	il fumo della sigaretta si muove lentamente in una direzione. La fiamma di candela oscilla leggermente.	
2 ^o) da m. 0,50 a m. 1/sec. circa	il fumo fila più velocemente; la fiamma è inclinata costantemente in una direzione.	} spostamenti laminari
3 ^o) super. a m. 1/sec.	muove vivamente la fiamma. Muove una listella di carta velina asciutta.	
4 ^o) super. a m. 3/sec.	la misura può farsi agevolmente con anemometri particolarmente sensibili (Daloz, Sartori; v. Crestani e Anelli op. cit. p. 37-38).	} correnti

(i) Le misure furono fatte solo per lo strato d'aria inferiore a 2 m. d'altezza dal suolo della grotta. Al principio di agosto, epoca delle osservazioni non scorgeva acqua.

(m) CRESTANI G. - *Le cavità barometro* (Gr. II., ser. II, 2, 24; 1937).

CAPITOLO XIX

LE CONDIZIONI ECOLOGICHE DEL CARSO LAZIALE

Nelle regioni carsiche le facies ecologiche presentano notevoli differenze causate principalmente dai due fattori morfologico e microclimatico, mentre il fattore edafico vi è generalmente costante, trattandosi quasi sempre di terre rosse miste a tufi vulcanici rimaneggiati e calcari più o meno magnesiaci. Nel Lazio sono presenti le due facies del carso petroso e del carso verde, il secondo sviluppato su alcuni versanti settentrionali, presso le zone di risorgenza, o dove s'alternano ai calcari le arenarie mioceniche; nei Simbruini, negli Ernici e nei Lapini il carso verde prevale là dove ancora s'estendono il querceto o la faggeta. Predominano nel nostro carso associazioni vegetali di carattere rupicolo, distribuite nelle seguenti stazioni:

DORSALI, SPIANATE CARSICHE, LAPIEZ, con associazioni fotofile ed eliofile; sulle dorsali e sui lapiez la vegetazione arborea manca o si limita ad una corona di radi individui o ad una macchia di frutici e subfrutici legnosi attorno alla base dei cocuzzoli aridi.

Sono queste le zone più intensamente battute dai venti e dall'insolazione con minima umidità del suolo. Nelle fessure dei lapiez abbondano le associazioni clasmofite con predominio di pteridofite calcicole (*Asplenium ruta-muraria*, *A. trichomanes*, *Ceterach* etc.). Nelle regioni calcaree più elevate la vegetazione scarseggia, non tanto per l'effetto dell'altimetria, quanto per il rapido procedere della degradazione e per il dilavamento del poco humus, per la particolare esposizione alla deflazione ed alla sferza della pioggia; ivi si verificano forti oscillazioni termiche in brevi intervalli di tempo. I nudi calcari del carso petroso riflettono la luce solare (albedo carsica) in modo tale che i rilievi sembrano in distanza biancheggianti di neve (lande carsiche, deserti carsici) (Tav. I-1; 2).

Una facies particolare è presentata dai tavolati travertinosi (191a) (200). Questi depositi calcariferi fitogeni mostrano, in corrispondenza delle distese crostose (= *testina*) asciutte e idrologicamente inattive, facies xerofitiche, mentre f. mesoigrofile compaiono all'emergenza di falde acquifere. Il travertino a characee,

in corso di deposizione attiva, è considerato dal MONTELUCCI (op. cit.) come una torba alcalina mineralizzata. Questo deposito, disseccato diviene di consistenza spongiosa, vacuolare (= tartaro).

CAVITÀ. Riguardo alle facies ecologiche se ne considerano tre categorie: quelle a cielo aperto generalmente più ampie che profonde, (doline, vallette carsiche) in rapporto diretto con l'esterno circostante; le voragini, nelle quali l'influenza dell'ambiente esterno è sensibile ancora ad una certa profondità, (assai variabile secondo i casi e talora limitatamente ad alcuni fattori); le grotte, nelle quali tale influenza giunge solo a pochi metri dall'ingresso. L'insieme delle condizioni ambientali, in funzione specialmente dalla morfologia, si ripete con uniformità per gli stessi tipi, magari variando in estensione secondo i luoghi, ma pur sempre identificabili in uno schema fondamentale. Tali complessi costanti di condizioni sono stati ben definiti nei loro particolari biogeografici, meteorologici e fisici, ad es. per le acque e per i rilievi (a). Per le cavità sotterranee si è tenuto conto partitamente della fauna (b), della flora (c), o di elementi fisici; elementi ancora più interdipendenti nelle cavità carsiche, cosicchè col variare di un loro gruppo (es. radiazione solare e luminosità) variano contemporaneamente altri (temperatura, umidità, flora, fauna, natura del suolo). E questo si verifica per spazi definiti, e tali da permettere sempre la distinzione di zone caratteristiche comuni in tutte le cavità profonde, sia voragini che grotte.

La regione della pregrotta o antegrotta, intermedia tra l'ambiente esterno e quello propriamente sotterraneo, si compone di due successioni generalmente ben distinte:

La zona d'ingresso, cioè le immediate vicinanze dell'entrata se trattasi di grotta, della parte superiore imbutiforme se trattasi di voragine. Si distingue per una sensibile riduzione della temperatura e per l'aumento di umidità rispetto all'esterno: nelle grotte essa coincide già col salto termico; la vegetazione vi è rigogliosa, tanto da spiccare tra la circostante nudità. Gli arbusti maggiori cessano presso il limite raggiunto dal sole e quindi all'inizio del salto termico; vi predominano specie speleofile (pteridofite e briofite molto igrofile e lucifughe); comune l'associazione *Parietaria officinalis* L., *Linaria cymbalaria* Mill.; *Adiantum capill. - veneris*, *Asplenium trichomanes*, *A. ruta muraria* A. *viride*, *Cystopteris fragilis*, *Scolopendrium offic.* le felci più frequenti nelle nostre grotte.

Talvolta il grosso della vegetazione fanerogamica smette bruscamente per il mutare rapido delle condizioni termo-igrometriche (fig. 30) e persistono solo associazioni di crittogame.

La zona d'ombra o crepuscolare è compresa tra l'ingresso ed il limite della visibilità distinta; non vi giunge luce solare diretta, ma solo luminosità diffusa decrescente; termicamente si nota il salto, in tutto simile, per le voragini e le grotte discendenti, a quello osservato nei bacini lacustri: spesso termina ad un restringimento del condotto sotterraneo (fig. 30). Dopo le ultime briofite abbondano i protalli di *Asplenium* e *Adiantum*, epatiche, nostocacee, cianofcee. La fauna è per lo più troglóxena; particolarmente frequenti i tricotteri (a Pietrasecca, Varri, Lupa (203), Pastena, M. Canino, Grotta Cherubini).

La regione sotterranea o ipogea, nelle grandi cavità è la più sviluppata. Vi domina completa oscurità, tem-

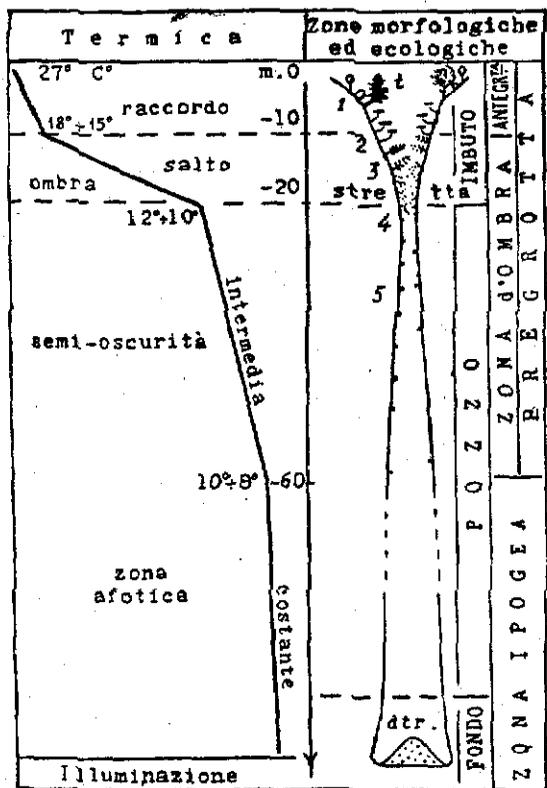


Fig. 30. — ZONE DI UNA VORAGINE: Sintesi schematica degli elementi riconosciuti in diverse cavità. Vegetazione dall'alto al basso: 1, 2, fanerogame; 3, pleridofite; 4, briofite; 5, cianofcee; 1, conifere (*Taxus*).

peratura costante ovvero con ridotte e lunghe oscillazioni dove non intervengano speciali complicazioni; in alcuni ambienti atmosfera stagnante. Abbondano gli stitlicidi, laghi, corsi d'acqua e concrezioni. La fauna è troglobia (*Niphargus*, *Anoftalmi*, *Miriapodi* ecc.), ma negli inghiottitoi è sovente mista a elementi trascinati dall'esterno e troglóxena.

Nelle voragini deve considerarsi la *zona di fondo* come un ambiente particolare, dipendente dalla presenza del cumulo detritico formato dai materiali precipitati dall'orifizio, con notevole importanza sia per la flora (spec. alghe, funghi, batteri) quanto per la fauna e talvolta per l'influenza esercitata sulla termo-igrometria ambienti.

Le parti del sotterraneo sommariamente delineate nelle loro caratteristiche, variano per estensione e particolari a seconda delle condizioni topografiche e metriche delle cavità; possono presentarsi interferenze o riduzioni di talune zone; altrove alcune mancano o si passa rapidamente dall'ambiente esterno a quello sotterraneo in particolare quando trattasi di cavità percorse, sia pure temporaneamente, da acque correnti. Ad un attento esame però le zone potranno distinguersi secondo lo schema riferito sebbene molto ridotte. Prima di terminare consideriamo brevemente l'ambiente delle doline. Esso naturalmente potrà presentare solo i caratteri della regione di antegrotta con, in certi casi, qualche elemento della parte superiore della zona d'ombra, sia riguardo alla termo-igrometria, sia per la flora. A questo proposito vi distinguiamo tre tipi:

- 1) doline a pendii uniformemente inclinati
- 2) " " " parzialmente formati da pareti verticali
- 3) " " " uniformemente a picco, puteiformi.

Nel primo caso si ha un ambiente che poco o nulla differisce da quello circostante: un aumento dell'umidità del suolo nella zona centrale favorisce talora la presenza d'un nucleo di più intensa vegetazione. Il secondo caso è più interessante, particolarmente per le pareti rocciose esposte a settentrione; la base è rivestita da abbondante vegetazione crittogamica (felci, muschi, epatiche) in un ambiente simile per condizioni meteorologiche all'antegrotta; sul fondo, nell'area più depressa (più o meno estesa) prospera un'associazione di fanerogame igrofile (Tav. II - 2): i pendii invece, sono rivestiti da macchia e talora da colture, quando siano sistemati con terrazzamenti concentrici al fondo (375).

Nelle doline a pozzo si ha tutta una fascia intorno alla base delle pareti, che riceve poco sole, a umidità elevata, con felci e muschi ab-

bondanti (cintura inferiore, a crittogame) più evidente e rigogliosa sulle pareti esposte a N. Superiormente invece predomina una corona fanerogamica di frutici (Tav. IV, 2). Al fondo invece prospera la macchia, talora con grossi alberi (Merro, Pozzo Santullo) e nella parte più depressa, fanerogame igrofile. Nelle doline si distingue perciò una zona ombrosa ed umida basale sotto ai fianchi rocciosi più ripidi ed una zona asciutta e soleggiata pel rimanente. Queste divisioni variano naturalmente per estensione ed evidenza in rapporto alla morfologia più o meno favorevole della cavità.

Le doline più profonde e l'ingresso imbutiforme di alcune voragini, ospitano qualche volta piante divenute rare o scomparse affatto dalla regione o anche caratteristiche di zone altimetriche più elevate; fenomeno in relazione alle condizioni affatto particolari offerte dal microclima locale che permette il persistere di relitti in queste oasi botaniche carsiche, a comportamento di rilievi negativi.

Notevole in proposito, la presenza di conifere (*Taxus baccata*), anche in esemplari di cospicua mole, all'ingresso di voragini nei Lepini centrali (Carpineto R.), relitti d'antica foresta di clima più freddo, (se ne trova ancora qualche raro e decrepito individuo nelle faggete del M. Semprevisa) mentre è ridottissimo nel vicino Appennino Centrale (d). Nel Merro di S. Angelo R. si verifica un interessante fenomeno di isolamento della fauna, dovuto all'inaccessibilità del fondo: furono osservati alcuni roditori (sp.?) che popolano la intricata macchia, rimanere assolutamente indifferenti innanzi agli esploratori, segno evidente che non erano mai venuti a contatto con l'uomo.

Per il Lazio quindi si possono stabilire in linea generale le seguenti

facies
ecologiche
del carso

dorsali, deserti carsici, lapiez. - Associazione fotofila ed eliofila.

Piani di travertino. - Associazioni a carattere xerofitico.

doline. - Associazioni miste o variabili secondo i punti, lo sviluppo e la morfologia della cavità.

fenditure, voragini, grotte. - Associazioni clasmofite e speleofite igrofile e lucifughe.

NOTE -

(a) MOLINIER R. - *Etudes phytosociologiques et ecologiques en Provence occidentale* (Annales Muséum Hist. Nat., Mem. I. vol. 27. Marseille 1934; con Bibl.).

- ORTOLI M. - *Beiträge zur Oekologie der Felsflora* (1906).
- RIKLI M. - *Das Pflanzenkleid der Mittelmeerkünder* (Bern 1943 e segg.).
- (b) PAVAN M. - *Osservazioni biologiche su alcune grotte Lombarde con sistema idrico interno* (Gr. It., 4; 1941).
- ID. - *Composizione e ripartizione della fauna di cavità puteiformi* (ibid., ser. II, 5, 40; 1944).
- ID. - *Considerazioni sui concetti di troglobio, troglifilo e troglosseno* (Gr. It., ibid., p. 33).
- JEANNEL R. - *Les fossiles vivants des cavernes* (Paris 1944).
- MARTEL E.A. - *L'évolution souterraine* (Paris 1906).
- (c) MORTON F. - *Monogr. fitogeografica delle voragini e doline nella regione carsica di Postumia* (Gr. It., ser. II, 2, 57; 1937 e 3, 65; 1938).
- MORTON F. e GAMS - *Höhlenpflanzen* (Wien 1925).
- GIACOMINI V. - *Saggio fitogeografico sulle pteridofite d'Italia* (Flora Italica Cryptogama, 5, Firenze 1943).
- TOMASELLI R. - *Notes sur la végétation des grottes del l'Hérault* (Annales de Spéléologie, 2, 173; Nîmes 1947).
- (d) BONAVENTURA G. - *Alcune stazioni di *Taxus baccata* L. nel gruppo del M. Fumajolo, App. toscano-romagnolo* (Nuovo Giorn. Botan. II., 54, 562; 1947, con notizie su tutto l'Appennino). GAVIOLI O. - *Synopsis florae Lucanae* (ibid., p. 10).

CAPITOLO XX

SVILUPPO E DIFFUSIONE DELLA MORFOLOGIA CARSICA
NEL LAZIO

CARSISMO E CONDIZIONI GEOLITOLOGICHE REGIONALI. — L'importanza e l'estensione assunta dai fenomeni carsici è intimamente collegata alla struttura dei calcari. La massima parte dei fen. carsici sia superficiali che sotterranei dell'Italia centro-meridionale sono sviluppati nel Neocretaceo e nell'Infralias, formazioni calcaree più potenti ed estese della zona considerata (fig. 31).

Il calc. infraliasico è molto fessurato, in banchi massicci, altamente idrovoro; è tuttavia meno puro del calc. neocretaceo per la presenza diffusa di minute scheggette silicee uniformemente in tutta la sua massa a prescindere dai livelli visibilmente selciferi.

Il calc. ippuritico neocretaceo è più puro, in grossi banchi o stratificato; la variazione del rapporto $\text{CaCO}_3 / \text{MgCO}_3$ limita talora l'estensione profonda del carsismo quando diventi troppo magnesiacco. I calcari del miocene medio-infer. nella facies cristallina a pecten sono favorevoli, sebbene in minore proporzione dei precedenti, al fen. carsico; molto meno lo sono quelli marnosi compatti sebbene fratturati. I travertini e le breccie quaternarie offrono qua e là forme carsiche modeste e raramente alcune più grandi (Pozzo Santullo, gr. di Ponte Sodo).

La morfologia di una grotta cambia con l'internarsi in diverse formazioni: nei calcari selciferi meno erodibili la sezione diviene stretta e i noduli più grossi sporgono in rilievo, mentre dove aumenta la fratturazione essa si allarga. Nel cretaceo più duro abbiám visto canyons profondi: questo cambiamento si osserva benissimo al passaggio tra il Miocene e il Cretaceo nella gr. di Pietrasecca (fig. 9-1A). Negli altri terreni calcariferi il carsismo è più ridotto, impedito dalla sottile stratificazione, dalle intercalazioni di rocce silicee, scistose e dalle alternanze di calc. marnosi con argilloscisti. Relativamente alla tettonica osserviamo come in genere lapiez e doline si addensino nelle zone più fratturate delle cerniere di pieghe, sull'ala stirata delle anticlinali sabine o sull'estremità alta delle monoclinali fagliate a causa dell'aumentata superficie esposta alla solubilizzazione. Le giaciture suborizzontali dei calcari cretacei sono molto favorevoli allo stabilirsi di bacini chiusi e campi di doline (altop.ni Sublacensi)

mentre le anticlinali a nucleo liasico e fianchi a terreni di scaglia inibiscono grandemente lo sviluppo dei bacini per la loro alterna impermeabilità.

Alla costante prevalenza di un sistema diaclasico è dovuta l'assenza di grotte a sviluppo dendritico: le maggiori grotte di attraver-

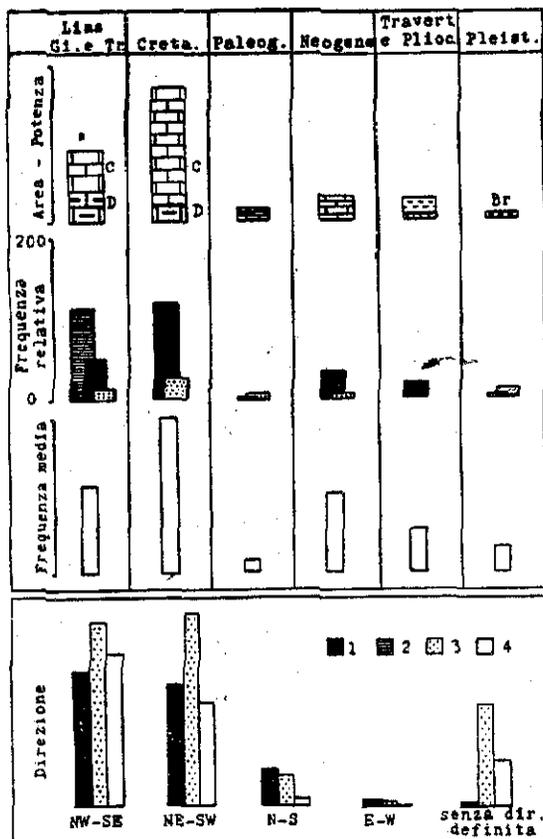


Fig. 31. - SVILUPPO DEL CARSIAMO NELLE FORMAZIONI CALCAREE DEL LAZIO.

Dall'alto al basso: estensione in superficie e potenza approssimativa; C, dei calcari; D, calc. dolomitici e dolomie; calc. organogeni plioc. e travertini; Br, breccie calcaree.

Numero delle forme carsiche relativo alle varie formazioni geologiche.

Frequenza media del carsismo superficiale.

Orientamento dell'asse maggiore delle cavità sotterranee, doline e bacini. 1, grotte e voragini; 2, gr. costiere; 3, doline; 4, bacini carsici.

samento seguono di preferenza il sistema trasversale (Pietrasecca, Lupa, Imele) ovvero sono stabilite nei luoghi di maggiore rovesciamento di pieghe-faglie (sistemi sotterranei del piano delle Faggeta nei Lepini; gr. di Varri nel Carseolano). Pertanto le direttrici tettoniche appenniniche longitudinali NO-SE e trasversali NE-SO hanno importanza fondamentale sull'orientamento e impostazione dei polijie, delle doline, delle grotte e delle voragini del Lazio come del resto nel rimanente Appennino centro-meridionale (fig. 31) (a). In base alle considerazioni esposte distinguiamo nel Lazio due facies del carsismo:

1) *L'Umbro-Sabino* (proprio del calc. infraliasico); episodi carsici isolati, assenza di bacini chiusi importanti; scarsi quelli minori (*M. Gennaro, Sabina nord-orientale fra Stroncone e Greccio*); grandi doline per lo più di crollo, isolate o in gruppi di due o tre (*M. Cornicolani, Rocoantica*). Grotte generalmente modeste; voragini diaclasiche longilinee, strette, talora profonde. Carso verde predominante.

2) *L'Abruzzese* (proprio del calc. neocretaceo e miocénico); carso estensivo a grandi bacini chiusi sugli altopiani calcarei; disposti longitudinalmente lungo le depressioni tettoniche occupate dalle arenarie e limitate da barriere calcaree; lapiez e campi dolinati molto diffusi. Grandi doline di sprofondamento; importanti grotte di attraversamento; voragini profonde, di frequenza variabile secondo i gruppi montuosi. Carso spoglio prevalente.

FENOMENO CARSIICO E CLIMA ATTUALE. — L'importanza dei fattori climatici nel modellamento del terreno è ben nota: la morfologia carsica è molto sensibile alle loro variazioni. Però lo sviluppo raggiunto da alcune forme particolari, come vedremo, non può sempre ritenersi opera degli agenti climatici attuali, bensì rappresenta testimonianza di climi scomparsi. Ci troviamo quindi di fronte a morfologie conservate in parte, sviluppate ulteriormente o in corso di demolizione, nelle quali l'esame comparativo appena iniziato potrà rivelare interessanti correlazioni permettendo di distinguere la parte avuta dalle vicende modellatrici remote (pleistoceniche) dalle attuali. Tra gli elementi climatici importanti per il carsismo deve in primo luogo menzionarsi la precipitazione sia liquida che solida in relazione alla solubilità della roccia e all'esposizione dei versanti; la deflazione che, su certi crinali è particolarmente sensibile per le forti correnti d'aria che spirano tra i versanti: la pioggia e la neve vengono sbattute con violenza sul calcare che vi appare tutto sforacchiato.

La carta a isoiete di fig. 32 è stata costruita in base ai dati disponibili (b) integrati da osservazioni personali per le quote superiori ai 1200 m. Nella distribuzione appare l'importanza fondamentale dell'altitudine per l'aumento della precip. media. La piovosità aumenta altresì procedendo verso l'interno fino al Fucino. Lungo la costa, la Valle del Tevere e la Valle Latina si stende la fascia inferiore ai 1000 mm. annui. Delle due aree lungo la catena del Tancia e dei Simbruini-Ernici a precipitazione superiore a 1500 mm. l'ultima è

in buona parte nevosa (novembre-maggio). Massimi secondari da 1400 a 1500 mm. sono limitati agli Ausoni-Aurunci e al Gennaro-Prene-
stini.

Dall'esame della fig. 32 si riconosce come nella frequenza del carsismo attuale, per le forme minori (lapiez) e meno per i campi

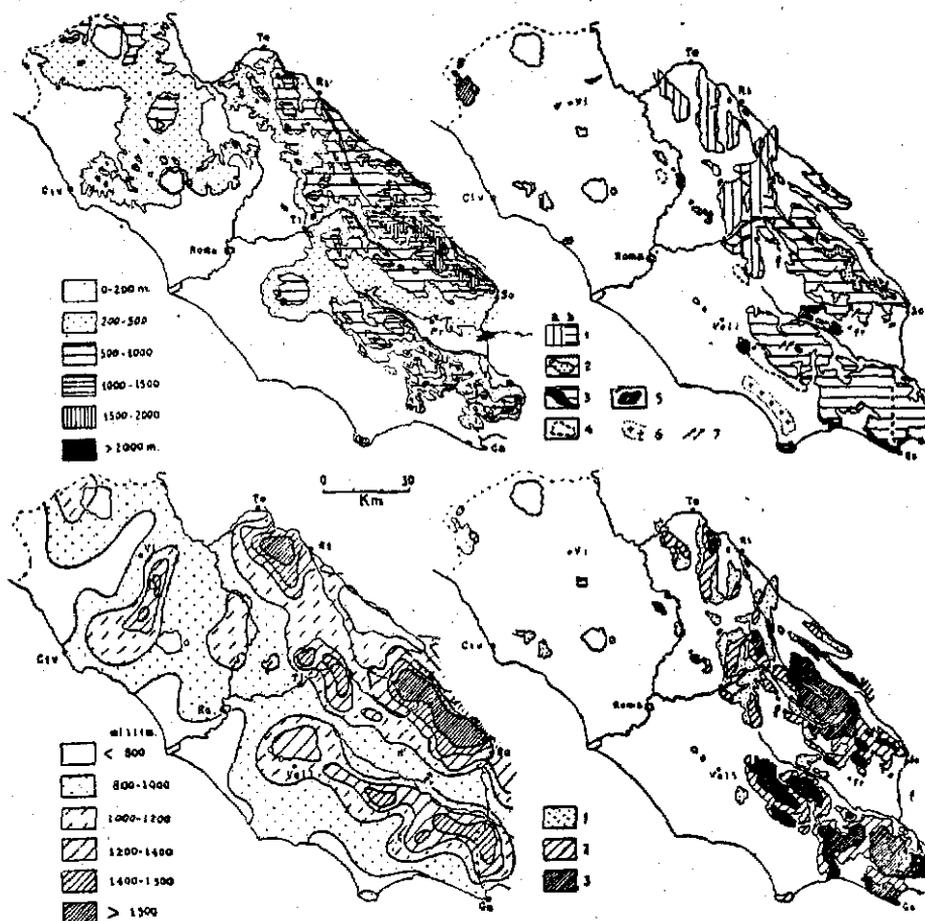


Fig. 32. — ALTIMETRIA DEL LAZIO (sopra, a sinistra).
PRECIPITAZIONE ANNUA MEDIA (a sinistra, sotto).

TIPI DEL CARISMO (a destra, sopra): 1a, carsismo continentale di facies umbro-sabina; 1b, id. di facies abruzzese latina; 2, carsismo delle zone in cui predomina la nivazione e modellamento carsico-glaciale; 3, carsismo costiero; 4, carsismo coperto, per suberosione sotto coltri alluvionali e piroclastiche; 5, carsismo dei travertini e depositi calciferi lacustri pleistocenici; 6, zona delle piscine nella duna pleistocenica pontina (depressioni pseudo carsiche); 7, luoghi a dellozione particolarmente efficace, con azione morfogenica.

INTENSITA' DEL CARISMO (a destra, sotto): 1, limitato a episodi isolati; 2, diffuso, con morfologia superficiale predominante; 3, diffuso ed intenso, esterno e sotterraneo.

dolinati esista in linea generale una proporzionalità, diversa da regione a regione, rispetto all'altitudine ed al tipo di precipitazione: il luoghi più elevati sono maggiormente esposti alla degradazione e l'incertezza degli spartiacque sugli altopiani fessurati agevola il compito solvente delle acque meteoriche.

ETÀ RELATIVA DEI FENOMENI CARSICI DEL LAZIO. — Non tutte le cavità carsiche del Lazio si trovano in un medesimo momento della loro evoluzione morfologica. Alcune presentano aspetti giovanili, altre più maturi, altre addirittura senili. Per stabilire una successione cronologica relativa all'evoluzione di alcune forme carsiche si ricorre all'analisi stratigrafica o morfologica secondochè siano conservati o meno residui di riempimento (c) suscettibili di datazione. Un buon numero di grotte sia continentali che litoranee, presentavano press'a poco le medesime condizioni odierne di forma già nell'interglaciale Riss-Würm dalla quale epoca datano i più antichi riempimenti riconosciuti nelle grotte dell'Appennino centro-meridionale.

Cerchiamo ora di lumeggiare la successione evolutiva del nostro carsismo ricostruendola alla luce delle conoscenze acquisite.

Già nel tardo pliocene, sulle dorsali emerse della Sabina e specialmente sul Simbruini, Ernici, Lepini, dovette stabilirsi una morfologia carsica più che altro limitata alla superficie, stante la ridotta circolazione idrica in molte di queste terre per la vicinanza del livello di base marino ed anche, in parte, per una maggiore estensione della copertura arenacea miocenica. Queste forme, come le eventuali grotte di quelle coste sono state cancellate dagli avvenimenti successivi ed allo stato attuale delle ricerche occorre molta prudenza nel riconoscerne possibili residui.

Nel pleistocene antico, periodo delle estensioni lacustri intermontane Umbro-Reatine (Villafranchiano-Calabriane), si è iniziata nelle zone abruzzesi e limitrofe, la definizione della rete idrografica subaerea degli immissari di detti laghi con prevalente direzione longitudinale. La combinazione degli impulsi orogenici dell'Appennino centrale con le oscillazioni eustatiche del livello marino ha determinato, per la risultante ascensionale relativa delle terre (regressione marina postcalabriana che segnò la fine dei laghi continentali) una più forte incisione dei talweg (gola di Narni) con una conseguente trasformazione della parte più alta della rete idrografica. Si è venuta definendo in tal modo la divisione degli altopiani calcarei operata da solchi vallivi profondi (alto Aniene, Simbrivio): e le superfici sepa-

rate, conservano, suddivisi, i tronchi della precedente idrografia. In tal guisa è terminata la fase di segmentazione dei sistemi idrografici più antichi, con la formazione di bacini chiusi e valli morte (d); il più antico periodo della nostra idrografia carsica si è quindi definito, per la sua fase più importante, intorno al pleistocene medio. Di queste paleomorfologie il sistema delle valli Simbruine chiuse e asciutte (P.no della Dogana, Campo Catino, Campo Lungo) è dei più dimostrativi: rappresentano nell'insieme tre antichi affluenti del Turano che si riunivano presso Pereto nel bacino lacustre della Piana di Cavaliere (fig. 6). Altrettanto dicasi per le depressioni chiuse della parte orientale dell'altopiano Sublacense (Camposecco, V.le di M. Autore, Campobuffone, Campomuno) antichi affluenti del Turano fra Rocca di Botte e Camerata Nuova. Uno degli esempi più belli è offerto dal tronco vallivo (La Portella) rimasto sospeso sopra all'inghiottitoio di Varri, fra questo bacino chiuso e la valle del Salto (fig. 33). Col procedere dell'isolamento degli alti bacini, e definendosi vieppiù l'individualità di ciascuno, si stabilivano i loro drenaggi sotterranei a mezzo d'inghiottitoi. Il processo di autosotterramento e cattura della rete idrografica alta, ormai inattiva, procedeva di conserva con l'abbassamento generale del livello di base determinato dal sistema delle principali valli delimitanti i massicci calcarei, il cui complessivo approfondimento nel pleistocene si aggira intorno ai 700-900 m. Questo in gran parte è stato cagionato dall'ultima e più intensa fase del tettonismo longitudinale delle Italidi (= archi dell'Appennino calcareo peninsulare), combinata con quella trasversale.

Ed appunto a questo cambiamento determinatosi nelle direttrici idrografiche generali deve attribuirsi in parte la direzione perpendicolare agli assi lunghi dei bacini chiusi e delle valli di affluenza assunta dalla quasi totalità dei drenaggi sotterranei.

Durante le fasi glaciali e interglaciali, in relazione alle oscillazioni dei livelli di base e climatiche (periodi umidi - periodi asciutti) si sono determinate soste e riprese nell'attività carsica. Al periodo pre-würmiano sembrano potersi attribuire alcuni dei grandi pozzi e doline di crollo dei M. Sabini (Roccantica, Catino, Cornicolani): il pozzo Santullo e la voragine del M. Serra di Vallepietra sono più recenti del pleistocene inferiore cui sono ascritti i banchi di brecce calcarei nei quali sono scavati. Per le forme maggiori persistenti, a individualità più conservate (bacini chiusi e valli cieche) il modellamento è continuato nel dettaglio a più riprese con intensità

diverse. Con migliore approssimazione si possono datare le morfologie carsiche relativamente più recenti; così tracce del glacialismo würmiano (unico riconosciuto nell'Appennino) appaiono spesso sovrapposte a un carsismo preesistente. Tali, i residui morenici entro alcune depressioni doliniformi; le antiche doline ridotte a circo glaciale dell'Appennino Aquilano; i campi di doline modellati dall'essiccazione e dalle acque subglaciali trasformati poscia in serie di dossi pseudomontanati (App. Abruzzese e M. Simbruini). Una successiva ripresa di attività carsica (ciclo olocenico, post-würmiano) ha iniziato il rimodellamento di queste forme modificandone il primitivo aspetto ed ha scavato piccole doline imbutiformi nei lembi morenici calcarei conferendo loro un'inconfondibile morfologia cumulare.

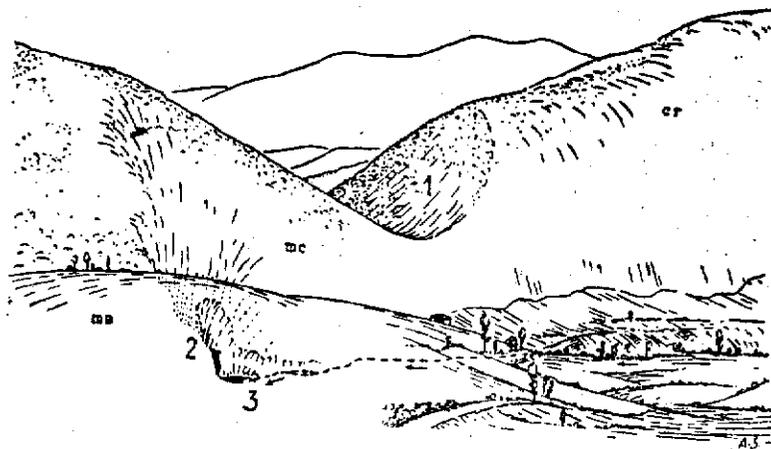


Fig. 33. — TRONCO SOSPESO DELL'ANTICA VALLE DE' VARRI. 1, Portella; 2, 3, livello superiore e infer. dell'inghiottitoio di Varrì; cr, calc. ippuritico; mc, calc. miocenico; ma, molassa; l'inghiottitoio e il talweg attuale (punteggiato) giacciono dietro alla collina ma.

A questo stesso ciclo più recente vanno attribuiti i lapiez e la maggioranza delle doline normali che costellano i nostri rilievi. Nelle grotte litoranee la parte basale del riempimento, costituito dalla spiaggia tirreniana a *strombus*, dimostra come la loro escavazione risalga almeno ad un periodo anteriore. Per le grotte continentali di attraversamento si riconosce un periodo più antico di escavazione, uno di riempimento con ciottolame (conglomerato) ed uno più recente di riescavazione con asportazione quasi completa del riempimento.

EVOLUZIONE MORFOGENETICA DELLE GROTTI. — Ogni grotta o voragine dal principio della propria formazione alla sua demolizione, traversa un periodo più o meno lungo (*ciclo*) durante il quale si suc-

cedono diverse fasi stabilite dal seguirsi di avvenimenti geologici e fisiografici regionali, generatori o distruttori.

A) Grotte di attraversamento.

- 1 - *Fase iniziale*. Per una causa tettonica, eustatica o climatica, sotto all'emissario subaereo di un bacino (ancora valle normale) ha luogo l'escavazione di un primitivo condotto il cui residuo si riconosce nel solco a sezione semiellittica nella parte estrema della volta di alcuni canyons sotterranei (cap. XIII).
- 2 - *Prima incisione del canyon e ampliamento per evorsione*: fase giovanile di durata relativamente breve.
- 3 - *Riempimento parziale*, negli ambienti più spaziosi (domi) con banchi di ciottolame torrentizio.
- 4 - *Ulteriore incisione del canyon con asportazione dei depositi*. Questo passaggio alla maturità ha durata variabile con rallentamenti, arresti e riprese dipendenti da cambiamenti del livello di base (principalmente abbassamento) e climatici.
- 5 - *Abbandono della grotta*. Migrazione delle acque a livelli inferiori (principia con fenomeni di diffluenza). Grotte di attraversamento a due livelli (Varri, Pastena).
- 6 - *Riempimento (stalagmitizzazione, depositi di grotta) e demolizione parziale del sottterraneo*. Questa fase di senescenza si osserva progredita diversamente da luogo a luogo: per frane e sprofondamenti di segmenti di grotta (parte anteriore della grotta di Bellegra) con isolamento di archi naturali e doline allungate (Tav. V-3; VI-1); può esser distrutta completamente la volta con formazione di una forra successivamente modellata in valle profonda. Antichi canali sotterranei possono essere sezionati dall'approfondirsi di una valle rimanendovi sospesi (medio Aniene; Collepardo).

Aggiungiamo che non tutte le parti di un medesimo sottterraneo attraversano contemporaneamente le stesse fasi: esse possono interferire, ma tuttavia nella maggioranza dei casi si riconosce la prevalenza di una delle sopra elencate condizioni. La semplicità topografica del condotto a livello unico di molte grotte di attraversamento (Pietrasecca, Lenola, Imele, Ovido) concorre a convalidare l'ipotesi di un'origine piuttosto recente. L'escavazione delle grotte di Varri e

Ponte Sodo deve essere avvenuta rapidamente: nel livello superiore asciutto della prima la sola presenza di ceramica énea e la certa mancanza di più antichi sedimenti indicano che forse ancora nel neolitico esisteva funzionante il solo livello superiore. La grotta di Ponte Sodo è più recente dei travertini sovrapposti alle lave del vulcano Vulsinio quindi d'escavazione probabilmente posteriore all'integliciale Riss-Würm.

B) Grotte litoranee.

- 1 - *Fase iniziale*. Formazione della grotta carsica.
- 2 - *Primo ampliamento, in parte carsico in parte marino*.
- 3 - *Primo riempimento di carattere climatico*. Alcuni piccoli residui della base marina (Tirreniano I?) di questa serie sono presenti nella grotta Guattari.
- 4 - *Riescavazione, secondo ampliamento più ridotto, principalmente per abrasione marina (Tirreniano II); fase di maturità*.
- 5 - *Secondo riempimento climatico e contemporaneo inizio della demolizione, Acme della crisi climatica Würmiana*.
- 6 - *Riescavazione con asportazione intera o parziale del riempimento per effetto dell'abrasione marina attuale. Fase di senescenza; condizione attuale della maggior parte delle grotte litoranee (Circeo, Terracina, Sperlonga-Gaeta)*.

NOTE

- (a) Anche nell'Appennino Umbro-Marchigiano va riconosciuta principalmente nella struttura fagliata del calc. massiccio infraliosici, la causa determinante dell'esistenza di alcuni polije; v. SCARSELLA F. - Sulla geomorfologia dei Piani di Castelluccio (S. Geol. II, 66, 28; 1948). Sulle gradinate di faglie al limite occidentale della conca Aquilana e della fossa dell'Aterno, la dipendenza genetica e morfologica del carsismo dalle dislocazioni appare così diretta e vistosa da giustificare l'appellativo di *carso tettonico*.
- (b) EREMA A. - *Le precipitazioni atmosferiche nel Lazio* (a. p. 22, vol. 3, d. Sorg. d'Il., op. cit.).
16. - *Le precipit. atmosf. in It. nel decennio 1921-1930* (Min. LL. PP., Serv. Idrografico, Roma 1934).
16. - *Osserv. pluviometriche raccolte a tutto l'anno 1915* (Min. LL. PP. Consiglio Sup. d. Acque, Roma 1920).
- FERRINI F. - *Le piogge nell'Italia Meridionale* (Mem. Geol. e Geogr. di G. Dainelli, 2, 5; Firenze 1931).
- MIN. LL. PP. - *Le sorgenti italiane*, VII (op. cit.).
- T.C.I. - *Atlante fis. econom. d'Italia* (lav. 16; Milano 1940).
- MORANDINI G. - *Op. cit.* (379).

- (c) BATTAGLIA R. *L'età dei più antichi depositi di riempimento delle caverne* (Atti I Congr. Speleol. Nazionale, p. 199; Trieste 1933).
- d) Il MANUSSI (op. cit.) ha ricostruito per il Carso propriamente detto, l'antica continuità fra loro di molte depressioni oggi chiuse, frammenti del sistema idrografico subaereo del Timavo. Egli ha individuato gli antichi impluvi raccordando fra loro livelli di superfici antiche risparmiati dall'erosione. Lì, il compito è stato facilitato dalla maggiore uniformità strutturale locale. Da noi, nel Lazio, la superficie Simbruina di giacitura suborizzontale ha permesso una abbastanza sicura ricostruzione paleomorfologica: lo spezzamento tettonico in zolle rende altrove più problematica la correlazione morfologica dei vari tronchi, pur essendo questi calcari particolarmente idonei alla conservazione delle paleomorfologie.

BIBLIOGRAFIA

Ordinata per argomenti e per Autori.
La numerazione è progressiva: i numeri sono quelli citati nel testo.

ABBREVIAZIONI ADOTTATE PER I PERIODICI CITATI NEL TESTO E NELLA BIBLIOGRAFIA

- Abissi *Gli Abissi*, rivista di geografia fisica e speleologia (Napoli).
At. Ven. *Ateneo Veneto* (Venezia).
Bibl. It. *Biblioteca Italiana*, ossia giornale di letteratura, scienze, ecc. (Milano).
C.A.I. *Bollettino del Club Alpino Italiano* (Torino).
C.A.I. Roma *Annuario della Sez. di Roma del Club Alpino Ital.* (Roma).
C.N.R. *Ricerca Scientifica e Ricostruzione*, riv. del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Roma).
Com. Geol. = Uff. Geol. *Bollettino del R. Comitato (= Ufficio) Geologico Italiano* (Roma).
G. Arc. *Giornale Arcadico* (Roma).
Gr. It. *Le Grotte d'Italia*, Riv. dell'Istituto Italiano di Speleologia (Trieste).
Hist. Nat. *Historia Naturalis*, riv. dell'Unione Italiana Naturalisti (Roma).
Lincei A. *Atti dell'Accad. Nazionale dei Lincei* (Roma).
Lincei P.N. *Atti Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei* (Roma).
Lincei Rc. *Rendiconti della R. Accad. Naz. dei Lincei* (Roma).
Min. A.I.C. *Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio* (Roma).
Min. LL.PP. *Ministero dei Lavori Pubblici* (Roma).
M.S. Geogr. It. *Memorie della Soc. Geografica Italiana* (Roma).
M. Sott. *Mondo Sotterraneo*, riv. del Circolo Speleologico e Idrologico di Udine (Udine).
Pal. It. *Bullettino di Paletnologia Italiana* (Roma).
R. Alp. *Rassegna d'Alpinismo* (Napoli).
R. Fis. Mat. Sc. *Rivista di Fisica, Matematica e Scienze Naturali* (Napoli).
R. Geogr. It. *Rivista Geografica Italiana* (Firenze).
Riv. Sc. Nat. *Rivista Italiana di Scienze Naturali* (Siena).
S. Alp. Merid. *Bollettino della Soc. Alpina Meridionale* (Napoli).
S.I.P.S. *Atti della Soc. Ital. per il Progresso delle Scienze* (Roma).
S. Geogr. It. *Bollettino della Soc. Geografica Italiana* (Roma).
S. Geol. Fr. *Bulletin de la Soc. Géologique de France* (Paris).
S. Geol. It. *Bollettino della Soc. Geologica Italiana* (Roma).
S. Sism. It. *Bollettino della Soc. Sismologica Italiana* (Modena).
Uff. Geol. (v. Com. Geol.).

FENOMENO CARSIKO SUPERFICIALE E SOTTERRANEO:
SPELEOLOGIA DEL LAZIO

- 1 - BELLI A. - *Grotta bituminosa presso Ardea* (in: *Notizie del Giorno*, n° 46, Roma 1840).
- 1^a - BERTARELLI L.V. - *Elementi per un largo inizio di escurs. speleologiche in Italia* (Gr. It., 1, 9; 1927).
- 2 - BROCOCHI G.B. - *Il Monte Soratte* (Bibl. It., 25; 1822).
- 3 - CACCIAMALI G.B. - *Il fenomeno del Carso a Fontana Liri* (Riv. Sc. Nat., 10; 1890).
- 4 - CASTALDI F. - *Il pozzo del Diavolo sulle pendici meridionali del monte Lambone nel territorio di Gaeta* (R. Fis. Mat. Sc. 9; 1935).
- 5 - id. - *La triplice spaccatura di M. Orlando, Gaeta* (Boll. Soc. dei Naturalisti in Napoli, 1936).
- 6 - id. - *Le grotte di M. Conca, Gaeta* (Abissi, 1, N.° 1; 1938).
- 7 - CIRCOLO SPELEOLOGICO ROMANO - *La grotta di Pastena nel Preappennino romano* (Gr. It., 2, 70; 1928).
- 8 - id. id. id. - *La grotta dell'Arco o di Bellegra* (Gr. It., 6; 1932).
- 9 - id. id. id. - *Bollettino del C.S.R.* (© N.° litogr. I^a ser.; Roma 1925).
- 10 - id. id. id. - *Verbali delle riunioni* (dal 25/II/1905 al 9/III/1909; manoscritto).
- 11 - id. id. id. - *Relazioni delle esplorazioni* (dal XII/1920 al 26/V/1937 e dal III/1948 in poi; manoscritto).
- 12 - id. id. id. - (in: « *Notiziario* », Gr. It., 3, N.° 1; e 3, N.° 4; 1929).
- 13 - CIRCOLO SPELEOLOGICO IN ROMA - (not. in: *L'Appennino Centrale*, Boll. del Club Escursionisti di Jesi, 1. N.° 5; Jesi 1904).
- 14 - id. id. id. - (not. in: *M. Sott.*, 1, N.° 2; 1904).
- 15 - CIRCOLO SPELEOLOGICO DI ROMA - *Prima escursione sociale* (in: *M. Sott.* 1, N.° 6; 1905).
- 16 - C.I.T. - *Pastena, la Postumia du Sud* (Le Tourisma en Italie, 6; 8; Roma 1927).
- 17 - COLOMBO L. - *Al pozzo di Cerreto* (Lo Scarpone, 11, N.° 13; Milano 1941).
- 18 - COLONNA F. - *Solchi meteorici sul M. Conca* (Abissi, 1, N. 2-3; 1938).
- 19 - id. - *La grotta dei Briganti nel M. Conca* (Abissi, 1, N.° 4; 1939).
- 20 - CREMA C. - *La conca di Fiuggi nell'Appennino Romano* (Uff. Geol., 48; 1921).
- 21 - CUMIN G. - *Una dolina di crollo presso Tivoli* (S. Geogr. It., 9; 1920).
- 22 - id. - *Le doline del piano delle Quartara presso Sezze* (ibid. 11; 1922).
- 23 - DATI S. - *La voragine dell'Ovido e la grotta Cola* (Boll. O. A. I. Roma, 6, 74; 1926).
- 24 - DE ANGELIS D'OSSAT G. - *L'alta valle dell'Aniene* (Mem. Soc. Geogr. It., 8; 1897).
- 25 - id. - *Il piano carsico dell'Arcinazzo sui M. Sublacensi* (Gr. It., 2, 80; 1928).
- 26 - DEECKE W. - *Die Pleistocänen Landseen des Appennins* (Globus, 76; Genève 1899).
- 27 - FORBES Y. D. - *On the cold caves of the Monte Testaccio at Rome* (The Edimburgh Journ. of Sc., 8; Edimburgh 1828).
- 28 - FRANCHETTI C. - *Il Monte Soratte e la sua importanza speleologica* (Gr. It., 6; 1932).
- 29 - FRASCHETTI V. - *Nelle grotte di Pastena* (Illustr. d. Popolo, 9, N.° 45; Roma 1929).

- 30 - GÜLLER A. - *Eine Höhlenfahrt in die Abruzzen* (Die Alpen, N.° 8-9, Bern 1947).
- 31 - IMPERI C. - *Colleparado e le sue grotte* (Turismo d'Italia, 4; Roma 1930).
- 32 - ISSEL A. - *Grotta delle Capre; in: Le oscillazioni lente del suolo o bradissimi* (Genova 1883, a pag. 205).
- 33 - LEVA M. - *La grotta di Val de' Varri nel Carscolano* (Gr. It., 5; 1931).
- 34 - MARINELLI O. e DE MAGISTRIS - *La fossa Lupara nei monti Prenestini* (M. Sott., 9, 77; 1913).
- 35 - MARTEL E. A. - *La grotta Regina Margherita a Colleparado* (Gr. It., 2, 65; 1928).
- 36 - MASSANO G. - *Le grotte di Pastena* (Le Vie d'Italia e dell'Am. Lat. 37, N.° 8; Milano 1931).
- 37 - MORO G. - *La grotta del Circeo e il Tempio di Serapide in Pozzuoli* (At. Ven., 2, N.° 13; 1889).
- 38 - PONZI G. - *Sopra la grotta di Colleparado* (Lincei P. N., 6; 1852-53).
- 39 - PUSTERLA L. - *Monte Spaccato e M. Muro Pizzo* (C.A.I. Roma, 3; 1888-92).
- 40 - REALACCI D. - *Ricerche geografiche sui fenomeni carsici della regione di Pastena* (tesi di laurea, Università, Roma 1946; inedita).
- 41 - REMIDDI R. - *Sopra alcune grotte che sono sulla montagna di Terracina* (Lincei P. N., 29, sess. VI; 1876).
- 42 - RICCARDI R. - *Su alcune cavità sotterranee presso S. Filippo in Sabina* (Soc. Geogr. It., 9, N.° 6; 1927).
- 43 - SEGRE A. G. - *La speleologia moderna e le esplorazioni sotterranee nell'Appennino centro-meridionale* (Hist. Nat., 1, N.° 2; 1946).
- 44 - id. - *I fenomeni carsici e la speleologia nel Lazio* (C.N.R., 15, N.° 2; 1945).
- 45 - id. - *Ricerche speleologiche nell'Appennino Abruzzese* (C.N.R., 16, N.° 11; 1946).
- 46 - id. - *Nelle Grotte Italiane: Italia Centrale* (Scienza e Lavoro 2, 48; Brescia 1947).
- 47 - id. - *La voragine di Monte Spaccato nei M. Tiburtini* (S. Geogr. It., ser. 7^a, 1; 1948).
- 48 - id. - *Observations sur la thermique de l'atmosphère de quelques pertes de l'Apennin Central* (C.R. Soc. Phys. Hist. Nat., 64, 85; Genève 1947).
- 49 - id. - *L'attività del Circolo Speleologico Romano nel 1945-46* (Hist. Nat. 2, 54; 1947).
- 50 - id. - *Considerazioni sulla speleologia nell'Italia Centrale* (59° Congr. Nazion. del Club Alpino Italiano, Viareggio 1947).
- 51 - id. - *I torrenti sotterranei dell'Appennino Centrale, loro caratteristiche e difficoltà esplorative in base alle ricerche compiute dal C.S.R. nel 1946* (Hist. Nat. 2, 56; 1947).
- 52 - TERREZZI G. - *Il fenomeno del carso osservato nei monti di Narni* (Riv. Sc. Nat., 2, N.° 10-12; 1889).
- 53 - TUCCIMEI G. A. - *Considerazioni sul Karst-Phaenomen dei monti Sabini* (Rassegna Italiana, 6; Roma 1886).
- 54 - id. - *Sopra le cavità naturali dei monti Sabini* (Lincei P. N. e id., trans. 49, 6; 1887).
- 55 - VIOLA C. - *La struttura carsica osservata in alcuni monti calcarei della provincia di Roma* (Com. Geol. 28; 1897).

V. anche i seguenti numeri:

(77) (78) (81) (82) (91) (94) (115) (123) (124) (134) (138) (150) (155)
 (164) (169) (189) (195) (198) (213) (223) (224) (237) (239) (242) (244) (315)
 (324) (341).

FENOMENI DI SUB-EROSIONE E CARSIAMO ALLUVIONALE

- 56 - ALMAGIÀ R. - *Cavità di sprofondamento nei tufi presso Galliano* (M. Sott., 2, 94; 1906).
 57 - id. - *Ulteriori notizie sugli Sprofondi della pianura Pontina* (M. Sott., 1, 52; 1904).
 58 - BRUNIALTI A. - *Il nuovo lago di Leprignano* (L'Illustr. Italiana, 22; Milano 1895).
 59 - CAMPANILI F. - *Nuovo lago nel Leprignanese* (Roma 1897).
 60 - DE VESCOVI P. - *Notizie sulla formazione di un nuovo lago nella prov. di Roma ecc.* (Boll. Soc. Rom. St. Zool., 5, I-II; Roma 1896).
 61 - FOLGHERAITER G. - *Sopra il nuovo lago di Leprignano* (in: Framan. concernenti la geosica dei pressi di Roma, fasc. 3°; Roma 1896).
 62 - MARINELLI O. - *Gli Sprofondi della pianura Pontina* (M. Sott., 1, N.° 13 e N.° 2, 29; 1904).
 63 - MELI R. - *Breve relazione delle escursioni geologiche eseguite all'Isola del Giglio (Posciana) ed al nuovo lago di Leprignano ecc. nel 1896* (aggiunta all'estratto d. Ann. R. Scuola d'Applic. d. Ingegneri di Roma, 1896-97).
 64 - MERCALLI G. - *Il nuovo lago di Leprignano* (Natura ed Arte, Milano 1895).
 65 - MODERNI P. - *Il nuovo lago e gli avvallamenti del suolo nei dintorni di Leprignano* (Com. Geol., 27; 1898).
 66 - PONZI G. - *Sulla eruzione solforosa avvenuta nei giorni 28-29-30 ottobre sotto il paese di Leprignano nella contrada denominata il Lago Puzzo* (Lincoi P. N., 10, 71; 1856-57).
 67 - RICCARDI R. - *Doline alluvionali nella Piana di Rieti* (La Geografia, 13, 229; Novara 1925).
 68 - ZEZI P. - *Il nuovo lago di Leprignano* (Com. Geol., 26; 1895).
 V. anche i seguenti numeri:
 (78) (81) (82) (83) (90) (198) (281).

RELAZIONE TRA FENOMENI SISMICI LOCALI,
MOVIMENTI DEL SUOLO E CARSIAMO

- 69 - AGAMENNONE G. - *Origine probabile dei fenomeni sismici nel bacino inferiore dell'Aniene* (S. Sism. It. 12; 1906).
 70 - id. - *I terremoti nel corso inferiore del fiume Velino* (Lincoi A., 7, 90; II° sem.; 1898).
 71 - id. - *Sopra un focolare sismico nei dintorni di S. Vittorino di Roma presso Tivoli* (S. Sism. It. 10, 147; 1905).
 72 - BARATTA M. - *Sulle recenti manifestazioni sismiche di Palombara Sabina* (Voghera 1901).
 73 - id. - *Il terremoto Sabino-Abruzzese del 28/VI/1898* (S. Geogr. It., 11, 434; 1898).
 74 - id. - *I terremoti d'Italia* (Torino 1901; a pagg. 525, 611-12, 764).
 75 - BRUCCHIETTI G. - *Sul terremoto di Rieti del 28 giugno 1898* (S. Sism. It., 4, 76; 1898).
 76 - CANGANI A. - *Sul periodo sismico iniziato il 24 aprile 1901 nel territorio di Palombara Sabina* (S. Sism. It., 7, 169; 1901-02).
 77 - CASTALDI F. - *Il bradisismo di Conca; Gaeta* (Abissi, 1, N.° 1; 1938).
 78 - CREMA C. - *Improvvisa formazione di una dolina presso Monte Celio in prov. di Roma* (S. Geol. It., 34; 1915).
 79 - DE ROSSI M. S. - *Analisi dei principali terremoti avvenuti dal 1° luglio 1880 al giugno 1881* (Lincoi P. N., 39, 225; 1885-86).

- 80 - DE ROSSI M. S. - *La Meteorologia endogena, vol. II* (Milano 1879-1882).
- 81 - DE ROSSI F., ANDREOLI G. - *Rapporto sull'avvallamento accaduto il 2 luglio 1850 presso Montefortino (Artena) nei monti Lepini*, (Lincei P.N., sess. 9, 75; 1850).
- 82 - FERUGLIO E. - *Recensione di Urena C.: «Improvvisa formazione ecc.»* (M. Sott., 12; 1906).
- 83 - GALLI I. - *I terremoti del Lazio* (Velletri 1906).
- 84 - GILII F. L. - *Dissertazione fisico-istorica sui terremoti di Piediluco accaduti nell'ottobre 1785* (Roma 1786).
- 85 - HOFF E. A. - *Geschichte der durch Überlieferung nachgewiesenen natürl. Veränder. der Erdoberfl.* (III vol., Gotha 1834).
- 86 - LOTTI B. - *Studio del terremoto del 13 gennaio 1915* (S. Geol. It., 34-35; 1915-16).
- 87 - MONTESSUS DE BALLORE R. - *La géologie sismologique* (Paris 1924; a pagg. 303-305).
- 88 - id. - *Les tremblements de terre: géographie sismologique* (Paris 1906; a pagg. 314-315).
- 89 - NOTIZIE DEL GIORNO - N.° 35, 28 agosto; N.° 38, 15 settembre; Roma 1894.
- 89^a PALAZZO L. - *Sul terremoto del 24/IV/1901 nei pressi di Palombara Sabina* (Lincei Rc., N.° 9; 1901).
- 90 - RATTI F. - *Sul laghetto recentemente formatosi nelle vicinanze di Leprignano ecc.* (Corrisp. Scientif. in Roma, 5, N.° 8; 1857).
- V. anche il paragrafo precedente e i numeri (198) (340).

IDROGRAFIA DEI TERRENI CALCAREI

- 91 - CLERICI E. - *Il lago di S. Giovanni in agro Tiburtino* (Atti IV Congr. Internaz. di Limnologia; Roma 1927-29).
- 92 - id. - *Il lago di S. Giovanni* (nota, in S. Geol. It., 26; 1926).
- 93 - COLOSIMO R. - *L'acquedotto consorziale di Alatri e Ferentino dalle sorgenti di Capo Fiume* (Ann. Lav. Pubb., 70; 1932).
- 94 - DE AGOSTINI - *Il Lago di Canterno* (S. Geogr. It. Ser. III, II; 1898).
- 95 - DE ANGELIS D'OSSAT G. - *Studio geoidrologico dell'Anziato* (A. Pont. Acc. d. Sc., Roma 1931-32).
- 96 - id. - *Relazione geo-idrologica sulla galleria ferr. della Vivola* (M. Aurunci) (Roma 1918).
- 97 - id. - *Seconda relazione geo-idrologica sulla galleria ferr. della Vivola* (M. Aurunci) (ibid.).
- 98 - id. - *Replica agli appunti geognostici e idrologici 1918 della Difesa Tecnica dell'Amministrazione* (Roma 1919).
- 99 - id. - *Le acque della gola sotto Narni. Le sorgenti di Montoro* (Riv. d. Ingegn. Sanitaria e di Edil. moderna, 10; Torino 1914).
- 100 - GROSSI M. - *Sorgenti di Vallecorsa* (Roma 1932, archiv. Uff. Geol.).
- 101 - id. - *Relazione sulle esperienze di geofisica applicata per ricerche d'acqua in comune di Vallecorsa, località C. Macera* (Roma 1932 ibid.).
- 102 - IMPERI C. - *I Monti Ernici e il bacino imbrifero del lago di Canterno* (Rassegna del Lazio, 5, 9; Roma 1928).
- 103 - LOTTI B. - *Diga di sbarramento del Cosa, Frasimone* (Archiv. Uff. Geol. Roma 1925).
- 104 - MIN. A.I.C. - *Memorie illustrative della carta idrografica d'Italia - N.° 14 - Nera e Velino* (Roma 1892).
- 105 - id. id. - *Mem. ill. - N. 26 - Tevere* (Roma 1899).
- 106 - id. id. - *Mem. ill. - N.° 4 - L'Aniene* (Roma 1891).

- 107 - MIN. LL. PP. - *Le sorgenti Italiane, vol. III: Agro Pontino e bacino di Fondi* (Roma 1934).
- 108 - id. id. id. - *vol. VII: Campania* (Roma 1942).
- 109 - NOVARESE V. - *Le sorgenti dell'Amaseno* (Uff. Geol., 67, 1; Roma 1942).
- 110 - id. - *L'Agro Pontino ed il bacino di Fondi* (L'Ingegnere, 8, 3; Roma 1934).
- 111 - RICCARDI R. - *Di alcune sorgenti presso Contigliano; Sabina* (S. Geogr. It., 12; 1923).
- 112 - id. - *Il lago di Canterno* (S. Geogr. It., 62, 363; 1925).
- 113 - TARIOCO M. - *La idrogeologia della regione Pontina in relazione all'approvvigionamento idrico dei suoi centri abitati* (atti III Congr. Studi Rom., 5, 30; Roma 1933).
- 114 - id. - *Riformimento d'acqua di Lenola* (Roma 1928; archiv. Uff. Geol.).
- 115 - TUCCIMEI G. A. - *Sopra la recente scomparsa del Lago di Canterno* (Lincoi P. N., 67; 1914).
- 116 - VERRI A., LONDI B. - *La fontanella del Cardinale in Subiaco, sua natura, controversie sul regime delle sue sorgenti* (Roma 1914).
- ZOPPI G. - (v. N.° 106).
- V. anche i numeri: (20) (42) (51) (67) (277) (329) (330) (352) (377).

**GIACIMENTI QUATERNARI NELLE GROTTI
O IN RELAZIONE CON ESSE:
PALEONTOLOGIA E PALETOLOGIA**

- 117 - ANON. - *Caverna sepolcrale naturale a Montecelio presso Roma* (Pal. It., 46, N.° 1-2; 1925).
- 118 - ANTONIELLI U. - *L'acce d'abitazione dell'età del bronzo in una grotta del Casculano* (Pal. It., 49; 1929).
- 119 - id. - *Le origini di Roma alla luce delle scoperte archeologiche* (Pal. It., 47, N.° 1; 1927).
- 120 - BAROCELLI P. - *Nuovi rinvenimenti di antichità eneolitiche nel Luzzio: tomba a fossa e grotticella naturale... a Valvisciolo di Sermoneta* (Pal. It., n. ser. 3; 1939).
- 121 - BOUCHER DE PERTHES - *De l'homme antédiluvien et de ses oeuvres* (Paris 1860: a pag. 3, grotta di Palo).
- 122 - BLANC A. C. - *Di una grotta ossifera nei pressi di Palo* (Proc. Verb. Soc. Toscana Sc. Nat., 44; Pisa 1935).
- 123 - id. - *Il M. Circeo, le sue grotte paleolitiche e il suo uomo fossile* (S. Geogr. It., ser. VII, 4; 1939).
- 124 - id. - *I giacimenti pleistocenici, le grotte e l'uomo fossile di M. Circeo* (Materie prime d'Italia, 4; 1939).
- 125 - id. - *Low levels of the Mediterranean sea during the pleistocene glaciation* (Quart. Journ. Geol. Soc. of London, 90; 1937).
- 126 - id. - *La più antica umanità d'Italia nelle recenti scoperte* (S.I.P.S., Pisa 1939).
- 127 - id. - *L'uomo fossile del M. Circeo: un cranio neandertaliano nella grotta Guattari a S. Felice Circeo* (Lincoi Rc., 29, 205; 1939).
- 128 - id. id. id. - (Riv. di Antropol. 33; Roma 1939-39).
- 129 - id. - *A unique skull of Neanderthal Man discovered in a cave at Mount Circeo* (Ill. London News, N.° 5229; London 1939).
- 130 - id. - *Sulla stratigrafia quaternaria dell'Agro Pontino e della bassa Versilia* (S. Geol. It., 60, N.° 2; 1936).

- 131 - id. - *L'Uomo del M. Circeo e la sua età geologica* (S. Geol. It., 58; 1939).
- 132 - id. - *Nuovi giacimenti paleolitici del Lazio e della Toscana* (Studi Etruschi, II; Firenze 1937).
- 133 - id. - *Fauna a ippopotamo e industrie paleolitiche nel riempimento delle grotte litoranee del M. Circeo* (Lincoi Rc., 28, ser. VI, 88; 1937).
- 134 - id. - *Una serie di nuovi giacimenti pleistocenici e paleolitici in grotte litoranee del M. Circeo* (Lincoi Rc., 28, ser. VI, 201; 1938).
- 135 - id. - *Un giacimento Aurignaciano medio nella grotta del Fossellone al M. Circeo* (S.I.P.S., Bologna 1938).
- 136 - id. - *Sulla fauna quaternaria dell'Agro Pontino* (Atti Soc. Toscana Sc. Nat., 41, N.° 5, Pisa 1935).
- 137 - id. - *Sui resti fossili rinvenuti nella grotta Guattari al M. Circeo* (S. Geol. It., 58, LXV; 1940).
- 138 - id. - *Dipinto schematico rupestre nell'Arnato dei Bufali sotto Sezze Romano* (Pal. It., n. ser., 3; 1939).
- 139 - BLANC G. A. - *Resti di equidi Pleistocenici in una cavernetta di Corchiano* (Riv. di Antropologia, 30; Roma 1933).
- 140 - BLANC A.C. - *Variazioni climatiche ed oscillazioni della linea di riva nel Mediterraneo Centrale durante l'Era glaciale* (Geol. d. Meere u. Binnengewässer, 5, N.°2; Berlin 1942).
- 141 - BLANC A.C., SEGRE A.G. - *Nuovi giacimenti tirreniani e paleolitici sulla costiera tra Spertunga e Gaeta* (Hist. Nat., 2, 40; 1947).
- 142 - OLERICI E. - *Sopra i resti di castora fin'ora rinvenuti nei dintorni di Roma* (Com. Geol., 18, 278; 1887).
- 143 - id. - *Sopra alcune specie di felini della caverna al monte delle Gioje presso Roma* (Com. Geol. It., 19, 149; 1888).
- 144 - id. - *L'Ursus Spelaeus nei dintorni di Roma* (S. Geol. It., 11; 1892).
- 145 - DE ROSSI M.S. - *Rapporto sugli studi e sulle scoperte paleoetnologiche nel bacino della campagna Romana, con appendice osteologica di G. Ponzi* (Ann. Ist. corrisp. Archeol. di Roma., 39; Roma 1867).
- 146 - id. - *Il rapporto sugli studi e sulle scoperte paleoetnologiche ecc.* (G. Arc., n. ser. 53; 1868).
- 147 - id. - *III rapporto sugli studi ecc.* (ibid.).
- 148 - id. - *Etudes géologiques-archéologiques sur le sol Romain* (S. Geol. Fr., II ser., 24; 1867).
- 149 - id. - *Le scoperte e gli studi paleoetnologici dell'Italia Centrale ad congresso di Bologna del 1872.*
- 150 - GÜLLER A., SEGRE A.G. - *La stazione enea del Grottone di Val de' Varri (Appennino Abruzzese)* - (di prossima pubbl. in Riv. d'Antropol. 1943-49).
- 151 - INDES (Frère) - *Paleontologie quaternaire de la Campagne Romaine.* (Matériaux pour l'Hist. primit. et nat. de l'Homme, III; Toulouse 1872).
- 152 - id. - *Lettre du frère Indes, sous-directeur de l'Ecole Chrétienne à Rome, à M. de Verneuil sur la formation des tufs des environs de cette ville et sur une caverne à ossements.* (S. Geol. Fr., 26; 1868-1839).
- 153 - MELI R. - *Sopra alcuni resti fossili di mammiferi rinvenuti nella cava della Catena presso Terracina* (S. Geol. It., 13; 1894).
- 154 - MORTILLET (de) G. - *L'Homme* (III, a pag. 385; grotta di M. delle Gioje; Paris, 1886).
- 155 - NICOLUCCI G. - *La grotta Cola presso Patrella di Cappadocia nella provincia dell'Abruzzo Ulteriore II* (Atti R. Accad. Sc. Fis. Nat., 7, N.° 11; Napoli 1877).

- 156 - id. - *Nuove scoperte preistoriche nelle provincie Napoletane* (Rend. R. Acc. Sc. Fis. e Nat.; Napoli 1876).
- 157 - id. - *Sopra altre armi ed utensili in pietra rinvenuti nell'Italia Meridionale* (ibid.; 1867).
- 158 - id. - *Antichità dell'Uomo nell'Italia Centrale* (ibid.; 1868).
- 159 - OBERMAIER H. - *Quartärprobleme in Latium und Unteritalien* (Forschungen und Fortschritte, 13, 13; Berlin 1937).
- 160 - PIGORINI L. - *Selci lavorate dei dintorni di Roma* (Pal. It., 14; 1888).
- 161 - id. - *Sulla mancanza nell'Italia delle antichità di pietra, età del reune* (ibid. 13; 1886).
- 162 - PONZI G. - *Le ossa fossili subappennine dei contorni di Roma* (Lincci A., ser. III, 2; 1878).
- 163 - id. - *Ossements fossiles dans les travertins de Tivoli et de Monticeli* (S. Geol. Fr., 17; 1860).
- 164 - PORTIS A. - *Contribuzione alla storia fisica del bacino di Roma e studi sopra l'estensione da darsi al pliocene superiore; parte IV: il pozzo naturale a Palombara Marcellina e i vertebrati fossili di Roma* (Torino 1893).
- 165 - RELLINI U. - *Il problema degli Itabici* (Nuova Antologia; Roma 1 settembre 1933).
- 166 - id. - *Svilgimento specifico della civiltà primitiva in Italia* (S.I.P.S. 17, Roma, 1940, estratto, II ed.).
- 167 - id. - *La stirpe di Neanderthal nel Lazio* (Pal. It., n. ser., 1; 1936-37).
- 168 - id. - *Vestigia di sepolture preromane presso Tivoli* (Pal. It., 46, N.° 2-3; 1926).
- 169 - id. - *Caverna Patrizi: nuova caverna preistorica scoperta a Sasso di Furbara in prov. di Civitavecchia* (Riv. di Antropologia, 30; Roma 1926).
- 170 - id. - *Grotte paleolitiche sul Circeo* (Pal. It., n. serie, 3, 202; 1939).
- 171 - id. - *Cavernette e ripari preistorici nell'Agro Falisco* (Lincci A., Monumenti Antichi, 26; Roma 1920).
- 172 - RELLINI U., SERGI S., DEL CAMPANA D. - *Caverna sepolcrale naturale dell'età della pietra scoperta a Montecelio presso Roma* (Riv. di Antropologia, 27; Roma 1926).
- 173 - ROSA G. - *Roma preistorica* (Brescia 1871, a pag. 11).
- 174 - SCOTTI P. - *Gli uomini fossili d'Italia* (« Natura », 50; Milano 1939).
- 175 - SEGHEZZI D. - *Un cervo fossile nel quaternario di Subiaco* (Riv. Scientifico-industriale, Firenze 1876).
- 176 - SERGI S. - *Avanzi preistorici di S. Cosimato: Cantalupo-Mandela* (Riv. di Antropologia; Roma 1912).
- 177 - id. - *Il cranio Neanderthaliano del M. Circeo* (Lincci A., 29; 1939).
- 177* - TONGIORGI E. - *Grano, miglio e fave in un focolare rituale dell'età del bronzo a Gratta Misa, bassa valle della Fiora* (Nuovo Giorn. Botanico It., 54, 804; Firenze 1947).
- 178 - VAUFREY R. - *Le Paléolithique Italien* (Arch. de l'Inst. de Paléontol. Hum.; Paris 1928).
- 179 - ZEUNER F.E. - *The Pleistocene period, its climate, chronology and faunal successions* (London 1945).
- 180 - id. - *Chronology of the Pleistocene and the Palaeolithic of the Mediterranean area* (in Zeuner's: *Dating the Past*, London 1946).
- V. anche i seguenti numeri: (30) (32) (33) (38) (41) (209) (308*).

PEDOLOGIA DEI TERRENI CARSICI; GIACIMENTI
DI TRAVERTINO E CONCREZIONI

- 181 - BROGNIART A. - *On the freshwater formation of the environs of Rome* (Phil. Mag., 2; London 1827).
- 182 - COHN F. - *Über die Entstehung des Travertin in den Wasserfällen von Tivoli* (Jahrb. f. Mineral. Geogn., etc. von Leonhard und Bronn; Stuttgart 1864).
- 183 - COLONNA F. - *Depositi subacquei di calcite nella grotta di Atrantina; Gaeta* (Abissi, 1, N.° 2-3; 1938).
- 184 - COMEL A. - *Su due terre rosse ed una terra nera del Lazio* (S. Geol. It., 39; 1930).
- 185 - DE ANGELIS D'OSSAT G. - *La terra nera del piano di Arcinazzo nell'alta valle dell'Aniene* (Roma Agricola, N.° 5; Roma 1928).
- 186 - id. - *Le terre colorate presso Veroli* (S. Geol. It., 39; 1920). 1920).
- 187 - DE ANGELIS G., COMEL A. - *Notizie geopedologiche sulla conta di Fruggi* (Annali d. Fac. Agraria d. R. Univ., 2; Perugia 1943).
- 188 - DEL TORRE G. - *Sopra alcuni travertini* (Roma 1883).
- 189 - LIPPI BONCAMBI C. - *Il piano calcareo di Arcinazzo in val di Aniene: la terra nera e le acque percolanti. Il loro effetto carsico in parallelo all'azione salutare della fonte di Fruggi* (Annali d. Fac. Agraria d. R. Univ., vol 2; Perugia 1943).
- 190 - MAZEAS G. - *Observations sur la formation des stalactites a Monte Mario près de Rome* (Mem. de Math. et Phys., 5; Paris 1774).
- 191 - MELI R. - *Breve relaz. delle escursioni geologiche fatte con la Scuola d'Applicazione d. Ingegneri* (Roma 1904).
- 191^a - MONTELUCCI G. - *Investigazioni botaniche nel Lazio: aspetti della vegetazione dei travertini delle Acque Albule* (Nuova Giorn. Botanico Ital., 54, 494; Firenze 1947).
- 192 - OMALIUS D'ALLOY B. Y. - *Note sur l'existence du calcaire d'eau douce dans les départements de Rome et de l'Ombroone et dans le Royaume de Württemberg* (Journ. des Mines, 32; Paris 1812).
- 193 - PELLATI N. - *I travertini della Campagna Romana* (Com. Geol., 13, 196; 1882).
- 194 - PRINCIPI P. - *I terreni d'Italia* (Città di Castello 1943).
- 195 - SEGRÈ C. - *Considerazioni sulla decalcificazione dal punto di vista geognostico e mineralogico* (S. Geol. It., 41, 35; 1922).
- 196 - STELLA A. - *L'Alabastro del Circeo* (Atti III Congr. Studi Romani, 1935).
- 197 - TOMMASI G., MORANI V. - *Sguardo generale sui terreni delle provincie di Roma e di Littoria* (in: Studio chimico-agrario dei terreni Italiani: Lazio, nota I (Annali Staz. Chim. Agr. Speriment. di Roma 1939).
- 198 - TENORE G. - *Sulle azioni chimiche e meccaniche dell'acqua come cagioni attuali modificatrici della valle del Velino nel II Abruzzo Ulteriore* (Napoli 1871).
- 199 - TROTTARELLI G. - *Ricerche chimiche sopra alcune rocce del territorio di Terni* (Gazzetta Chimica 1883).
- 199^a - ZEZI P. - *The travertini and the Acque Albule* (Naples 1891).
V. anche al n.° 225.

SPELEOBIOLOGIA

- 200 - BEGUINOT - *Itinerari botanici pontini nell'estate 1898* (S. Geogr. It., 37, 396; 1900).
- 201 - LUIGIONI P. - *Un nuovo anofalmo dell'Italia Centrale* (Lincoi P. N., 79, sess. VI; 1926).
- 202 - id. - *Gli Anofalini dell'Italia Centrale* (Lincoi P. N. 79, sess. VI; 1926).
- MONTELUCCI - (v. N.° 191°).
- 203 - MOSCA I - *Su alcuni tricotteri rinvenuti nella grotta di Luppa* (Hist. Nat., 1, N.° 2; 1946).
- 204 - VERHOEFF K. - *Beiträge zur Kenntniss der Glomeriden, Ascospemphora, und Lysioptetaliden, sowie zur fauna Siziliens* (Nova Acta Kais. Akad. Leop. Carol., Akad. Naturf., 92; 1910).
- 204^a - MANFREDI P. - *I Miriapodi cavernicoli italiani* (Gr. It., 6, 13; 1932).
- 204^b - MÜLLER G. - *I Coleotteri cavernicoli italiani* (Gr. It., 4, 69; 190).
- 204^c - D'ANCONA U. - *I Niphargus italiani. Tentativo di raboutazione delle minori unità sistematiche* (Mem. Ist. It. di Speleol., serie biol., IV; Trieste 1942).

STORIA DELLE ESPLORAZIONI SPELEOLOGICHE, DEGLI STUDI E DELLE RICERCHE SUL FENOMENO CARSICO NEL LAZIO; TOPONOMASTICA.

- 205 - ALMAGIÀ R. - *La cartografia del Lazio nel Cinquecento* (R. Geogr. It., 28, 25; 1916).
- 206 - id. - *L'opera geografica di Luca Holstenio* (Città del Vaticano 1942).
- 207 - ANTONI D. - *Le antichità del Lazio* (ms. n. Conv. di Trevi, 1677).
- 208 - BIONDO F. - *L'Italia illustrata* (1543).
- 209 - BLANC A.C. - *Sulla posizione della grotta del Monte delle Gioje nella valle dell'Amiene* (S. Geol. It., 57; 1938).
- 210 - BOEGAN E. - *Sulle esplorazioni speleologiche in Italia* (Atti I Congr. Speleol. Nazionale, a pag. 117; Trieste 1933).
- 211 - CABRAL S. e DAL RE F. - *Delle ville e de' più notabili monumenti antichi della città e del territorio di Tivoli: nuove ricerche dedicate all'E.mo e R.mo Pr. Sig. Card. G.B. Rezzonico* (Roma 1779).
- 212 - CAMILLI S. - *Esposizione di un passo di Ammiano Marcellino* (lib. 17, cap. 7) sulle vicende geologiche e sul castello Succiuntio repentinamente ingoiato nella regione Cimintia (G. Arc., 61; 1833).
- 213 - CAPERNA V. - *Storia di Veroli* (Veroli 1906).
- 214 - CERRELLI P.M. - *Carte corografiche e memorie riguardanti le pietre, le miniere, e i fossili per servire alla storia naturale del Patrimonio, Sabina, Lazio, ecc.* (Napoli 1782).
- 215 - CLERICI E. - *La costituzione geologica del suolo di Roma e il Lupercale* (Atti I Congr. Naz. di Studi Rom., 2, 225; Roma 1929).
- 216 - id. - *La geologia e paleontologia in Roma e nel Lazio* (in: Le scienze fisiche e biologiche in Roma e nel Lazio - Ist. di Studi Rom.; Roma 1932).
- 217 - CORRADINUS P. MARCELLINUS et VULPIUS JOSEPH-ROCCUS - *Vetus Latium profanum et sacrum* (Rataxi I. Cominus 1726-30 et Romae 1704).
- 218 - CROCIONI G. - *Termini dialettali di Velletri e dintorni: III, grotte, caverne, cavità superficiali, ecc.* (R. Geogr. It., 10, 45; 1903).

- 219 - DE ANGELIS D'OSSAT G. - *Per la ricerca del Lupercale, studio geoidrologico* (Boll. d. Commiss. Archeol. Comunale, 62, 75; Rom.; Roma 1935).
- 220 - id. - *Sulla ricerca del Lupercale* (Atti IV Congr. d. Studi Rom.; Roma 1935).
- 221 - DE CAROLIS M. - *Dal Soratte al Tancia* (L'Osservatore Romano, N.° 45, Roma 1944).
- 222 - DENNIS G. - *The Cities and Cemeteries of Etruria* (London-New York 1907).
- 223 - DE NAPOLI G. - *La grotta Regina Margherita o di Colleparado* (Gr. It., 1, N.° 3; 1927).
- 224 - id. - *Il pozzo d'Antullo presso Colleparado* (Gr. It., 2, N.° 1; 1928).
- 225 - GABRINI T.M. - *Lettera sopra una singolare petrificazione scoperta dall'Arco Oscuro fino alla fonte dell'Acqua Acetosa* (N. Mem. da serv. alla St. d. letteratura, 1; Roma 1780).
- 226 - GORI F. - *La grotta e l'acqua del Lupercale* (Roma 1867).
- 227 - GREGOROVIVS F. - *Wanderjahre in Italien* (5 voll., Leipzig 1856-77).
- 228 - id. - *Ricordi storici e pittorici d'Italia* (Roma 1880).
- 229 - GUATTANI G.A. - *Monumenti Sabini* (voll. 2; Roma 1927-28).
- 230 - KIRCHER A. - *Latium, id est nova et paralleli Latii, tum veteris tum novi descriptio* (Amsterdam 1671).
- 231 - id. - *Mundus Subterraneus*, vol. 3 (specialm. vol. II, Amsterdam 1609).
- 232 - MONTECCHI L. - *Il Monte Soratte e S. Oreste; storia e leggende* (Roma 1930).
- 233 - MURCHISON - *Memorie sulla struttura geologica delle Alpi, degli Appennini e dei Carpazi* (Firenze 1850).
- 234 - NIBBY A. - *Viaggio Antiquario nei dintorni di Roma* (Roma 1819).
- 235 - id. - *Itinerario di Roma e sue vicinanze*, voll. 3 (specialm. vol. II; Roma 1820 ed ediz. successive).
- 236 - id. - *Analisi storica, topografica, antiquaria della carta dei dintorni di Roma* (Roma 1837 e ed. 1848-75).
- 237 - RUGA R. - *Osservazioni sulla grotta descritta da Virgilio al libro VII dell'Eneide ecc., lettera al Prof. G.A. Guattani* (in: Guattani op. cit. al N.° 229; pag. 318, vol. II).
- 238 - SALEMME M. - *Toponimi del comune di Gaeta* (Abissi, 1, 2-3; 1938).
- 239 - SANTUCCI D. - *La grotta di Colleparado* (Parigi 1845).
- 240 - SEBASTIANI F.A. - *Viaggio a Tivoli fatto nel 1825* (Fuligno 1828).
- 241 - SEGRÈ A.G. - *Origini e sviluppo del Circolo Speleologico Romano* (Notiziario del C.S.R., 1, 4; Roma 1948).
- 241^a id. - *I fenomeni carsici del Lazio nella storia e negli studi naturalistici* (di prossima pubbl., S. Geogr. It.).
- 241^b id. - *Le grotte del Lazio nel mito e nella tradizione popolare* (L'Urbe, 11, n. 6; Roma 1943).
- 241^c id. - *Nota toponomastica sul fen. carsico d. Lazio e regioni limitrofe* (di pross. pubbl. in collabor. con G. ALESSIO).
- 242 - SENNI G. - *Memorie di Genazzano e de' vicini paesi* (voll. 3; Roma 1838).
- 243 - SICKLER F. CH. L. - *Plan topographique de la Campagne de Rome considérée sous les rapports de la géologie et des antiquités* (Roma 1821).
- 244 - SPADONI P. - *Osservazioni mineralo-vulcaniche fatte in un viaggio nell'antico Lazio* (Macerata 1802).
- 245 - SPERANDIO - *Sabina Sacra e Profana* (Roma 1790).
- 246 - STATUTI A. - *Di un codice Vaticano Latino, del sec. XVII sull'Acqua di Fiuggi* (Roma 1909).
- 247 - TUFO V. - *Storia antica di Sezze* (Veroli 1908).

- 248 - VENUTI R. - *Osservazioni sopra la grotta in cui Giunone andò a chiamare dall'Inferno la Furia Aleto, descritta da Virgilio al verso 568 del libro VII dell'Eneide, dissert. postuma del ch. Abate Rodolfino Venuti (in: Eneide, tomo III, pp. XVIII-XX, v. N.° 249 d. pres. bibl.).*
- 249 - VERGILII MARONIS P. - *Bucolica, Georgica et Aeneis ex cod. Medices-Laurentiano descripta ab Antonio Ambrogio Florentino S.I. (Romae, Monaldini ed. 1765).*
- 250 - ZAPPI G.M. - *Annali e memorie di Tivoli di G.M. Zappi a cura di V. Pacifici (Tivoli 1920).*
- V. anche i seguenti numeri: (119) (190) (293) (295) (296) (297) (307) (311) (318) (324) (327) (328) (345) (353) (361) (367) (369) e i due paragrafi successivi.

CARTOGRAFIA CON RIFERIMENTO ALLA RAPPRESENTAZIONE O INDICAZIONE DI FENOMENI CARSICI

- 261 - ASHBY T. - *La campagna Romana al tempo di Paolo III, Mappa della campagna Rom. del 1547 di EUFROSINO della VOLPAJA riprodotta dall'unico esemplare esistente nella biblioteca Vaticana, a cura della biblioteca medesima, con introd. di T. Ashby (Roma 1914).*
- 262 - ASTOLFI G. - « *Pianta delle Paludi Pontine formata per ordine di N. Sig.re Pio Papa VI - Gaetano Astolfi disegnò e rilevò con misure in pianta* »; e in altro foglio: « ... *Una pianta che tutti distintamente rappresentasse i grandi lavori fatti sotto la direzione del sig. GAETANO RAPPINI, e singolarmente tutti dimostrasse quei moltissimi colli e monti delle varie comunità dello Stato da quali sciolano le immense acque sorgive e piovano nel piano Pontino* »; rame di Carlo Antonini, incisore camerale.
- 263 - I.R. ST. MAGG. AUSTR. - *Carta topogr. d. Italia Centrale 1:86.400. (1871).*
- 263^a DEPOT DE LA GUERRE (O. BLONDEL) - *Carte de la partie Sud-Ouest des Etats de l'Eglise 1:80.000 (F.° II, Paris 1856).*
- 264 - I.G.M.I. - *Carta della Bonifica Pontina 1:5000; pubblic. eseg. per conto della Bonifica di Piscinara (Firenze 1926-27).*
- 265 - id. - *Carta d'Italia 1:100.000; 1:50.000; 1:25.000 (fogli, quadranti e tavolette compresi nel territ. considerato; varie ediz.).*
- 266 - MATTEI I. - *Nova et esatta tavola topografica del territorio o distretto di Roma ove con la descriz. delle mem. sagre e profane si dimostra quanto in essa si puol desiderare per l'istorie, et altri virtuosi trattamenti - data in luce da D. Innoc. Mattei Abb. in Roma e Geografo Pontif. l'anno 1674.*
- 267 - REVILLAS D. - *Dioecesis et Agri Tiburtini topographia nunc primum trigonometrica delineata et veteribus vix villis ceterisque antiquis monumentis adornata (Roma 1739 e succ. ed., J. Petroski incis., 1757).*
- 268 - RIZZI-ZANNONI G.A. - *Atlante del Regno di Napoli, F.° n. 3 - scala 1:200.007 (Napoli 1807).*
- 269 - ROSSI D. - « *Parte prima maritima del Latio* » e « *Parte seconda terrestre del Latio* » ecc. « *distinta con le sue strade antiche e moderne, descritta da GIACOMO AMETI Romano, data in luce da Domenico de Rossi erede di Gio. Giac. de Rossi dalle sue stampe in Roma (1693) alla pace con Pruvil. del S. P. et lic. de' sup.* ».

- 259^a - SEGRE A.G. - *Considerazioni sulla rappresentazione della morfologia carsica nelle carte topografiche* (L'Universo, 28. N.° 5; Firenze 1948).
- 260 - UFFICIO DEL CENSO - *«Carta topografica di Roma e Comarca designata ed incisa nell'Off. d. Censo alla scala 1:30.000 l'anno 1863. XVII del pontificato di N. Signore Pio Papa IX per ordine dell'Em.mo e Rev.mo presidente Cardinale Giuseppe Bofondi».*
- 261 - UFFICIO GEOLOGICO ITALIANO - *Carta geologica d'Italia 1:100.000* (fogli: 136, 137, 138, 143, 144, 145, 149, 151, 152, 158, 159, 160, 170, 171).
- 261^a - PELLATI N. - *Contributo alla storia della cartografia geologica in Italia* (Atti Congr. Internaz. Sc. Storiche, 10; Roma 1903. Con bibl. cartogr. per regioni).

ICONOGRAFIA

- 262 - BRUN G. - *Grotta detta di Nettuno* (in: 60 vedute di Roma e dintorni, tav. 52; Roma 1789) 14×10 cm.
- 263 - COTTAFAVI G. - *Grotta volgarmente detta di Nettuno a Tivoli* (Roma 1834) 34×28.
- 264 - COTTAFAVI, BOSSI., PARBONI P., ROSSINI L. - *Grotta di Colleparado - Pozzo Santullo e Certosa di Trisulti. Incisioni di valenti artisti fatte eseguire da Don Baldassarre Boncompagni de' Principi di Piombino, e dichiarate in varie lettere dall'Abate Domenico Santucci socio d'illustri accademie* (Roma 1846) 68×51 cm.
- 1) Frontespizio: titolo e Certosa di Trisulti, valle d. Fiume.
 - 2) Posizione della Grotta di Colleparado nel Lazio (Bossi dis., Cottafavi inc. 1845).
 - 3) Primo ingresso alla grotta (Bossi dis., Bossi e Parboni inc. 1845).
 - 4) Passaggio Sottterraneo (Bossi dis., Rossini inc. 1845).
 - 5) Grotta di Colleparado presa dal luogo detto il Palco (Cottafavi dis., Rossini inc. 1845).
 - 6) Grotta di Colleparado presa nel centro (Cottafavi dis., Rossini inc. 1845).
 - 7) Pozzo Santullo (Bossi dis., Parboni inc. 1846).
 - 8) Pianta e sezione della grotta di Colleparado nella sua maggior lunghezza (Cottafavi dis., Parboni inc., 1845).
- 265 - GMELIN W. F. - *La grotta di Nettuno a Tivoli* (in: Vedute di Tivoli e di altri dintorni di Roma, tav. II, Roma 1809) 34×26.
- 266 - MORGHEN R. - *La grotta di Nettuno a Tivoli* (in: Serie di 8 paesi, tav. VI).
- 267 - NIBBY A. - *Raccolta delle vedute pittoriche di Roma e de' suoi contorni* (incise da F. M. Giuntardi e A. Testa, illustrate dal prof. Nibby).
- 268 - PARBONI P. - *Grotta di Nettuno* (In: Nuova raccolta di vedute di Roma e suoi contorni; Roma 1836) 21×15.
- 269 - PROSSEDA L. - *Revotano di Roccantica* (incisione in Guattani, op. cit.).
- 269^a - VENUTI R. - *Il Catino* (incisione in: Ambrogi op. cit., v. N.° 248 e 249).

ALTRE OPERE NELLE QUALI SONO RICORDATI O MENZIONATI FENOMENI CARSICI, VORAGINI E GROTTI DEL LAZIO

- 270 - ABBATE E. - *Guida alla provincia di Roma*, voll. 2 (Roma, II^a ed. 1894).
- 271 - id. - *Guida dell'Abruzzo* (Roma 1903).
- 272 - ABEKEN W. - *Mittel Italien* (Stuttgart e Tübingen 1843).
- 273 - AGUET L. - *Brevi cenni di agricoltura pratica e diverse note intorno al M. Circeo*, (S. Felice Circeo 1936).
- 274 - ALETTA N. - *Guida storico-artistica-archeologica* (Gaeta 1931).
- 275 - ALLIEVI F. - *Cinque giorni nell'alta valle dell'Aniene* (R. Alp., 2 N.º 13; 1880).
- 276 - ALMAGIÀ R. - *Monte Circeo, M. Ernici, M. Lepini, M. Simbruini* (in: *Enciclopedia Italiana*, Roma).
- 277 - AMENDUNI G. - *Sulle opere di bonificazione della plaga litoranea dell'Agro Romano che comprende le paludi e gli stagni di Ostia, Porto Maccarese, e delle terre vallive di Stracciapalle, Baccano, Pantano, Lago dei Tartari* (Roma 1884).
- 278 - APOLLONI F. - *Ascensione del monte Passeggio, escursione all'Abbazia di Trivulzi e Casamari* (C.A.I. Roma 1887).
- 279 - ARSOLI (Principe d') - *Relazione del viaggio di S. S. Gregorio papa XVI da Roma a S. Felice Circeo* (Roma 1839).
- 280 - BAEDERER K. - *Italia Centrale*, vol. II (1903).
- 281 - BARATTA M. - *Paludi Pontine* (L'Universo, 10, N.º 3, Firenze 1929).
- 282 - BELLI A. - *Una gita intempestiva sulle cime del Soratte* («Album», Roma 1846).
- 283 - id. - *Diparti e riposi villerecci* (Roma 1851).
- 284 - BERTARELLI L.V. - *Guida d'Italia: Lazio* (T.O.I., Milano 1935).
- 285 - id. - id. - id. : *Abruzzi e Molise* (ibid. 1938).
- 286 - BERTI F. - *Paludi Pontine* (Roma 1884).
- 287 - BIANCHINI A. - *Storia e poleografia della regione Pontina nell'antichità* (Roma 1939).
- 288 - BLEICHER - *Recherches géologiques faites dans les environs de Rome* (Bull. Soc. d'Hist. Nat. de Colmar 1877).
- 289 - id. - *Sur la géologie des environs de Rome* (S. Géol. Fr. II ser., 23; 1865-66).
- 290 - BOCCARDO G. - *Enciclopedia It., ossia dizionario generale di scienze, lettere, industrie, ecc.* (VI ed., Torino 1875-93).
- 291 - BOEGAN E. - *La speleologia in Italia nell'anno 1927* (Gr. It., 2, N.º 1; 1928).
- 292 - BONANNI I. - *La provincia del II Abruzzo Ulteriore con la sua descrizione fisica-topografica-geologica* (Aquila 1872).
- 293 - BONSTETTEN (de) CH. V. - *Lacum ancien et moderne* (Genève 1862).
- 294 - BROCCHI G.B. - *Catologo ragionato d'una raccolta di rocce* (Milano 1817).
- 295 - id. - *Viaggio al Capo Circeo ed osservazioni naturali in quei contorni*, Lett. I e II (Bibl. It., 7, 273 e 445; 1817).
- 296 - id. - *Viaggio nel Lazio* (ined.; cons. nella biblioteca comun. di Bassano).
- 297 - BULGARINI F. - *Notizie storico-antiquarie statistiche ed economiche intorno all'antichissima città di Tivoli e suo territorio* (Roma 1848).
- 298 - BURRI R. - *Ispersione scientifica e tecnica sull'acquedotto da costruirsi nella città di Sezze* (G. Arc., 148; 1856).
- 299 - BUTTINI G. - *Nella valle del Liri* (S. Alp. Merid., 4, N.º 2; 1896).
- 300 - id. - *Monti Cornicolani* (ibid., 4, N.º 3; 1896).
- 301 - CACCIAMALI G.B. - *In valle del Liri, osservazioni orografiche, geognostiche, ecc.* (C.A.I., 22; 1888-89).

- 302 - C.A.I. (Sez. Roma) - *Il gruppo del M. Velino* (Roma 1922).
- 303 - CALINDRI G. - *Saggio statistico-storico del Pontificio Stato* (Perugia 1829).
- 304 - CALINDRI S. - *Dizionario corografico, georgico, ecc. d'Italia* (Bologna 1781-83).
- 305 - CAMPANILE V. - *La Valle del Liri* (B. S. Alp. Merid., 1, N.° 3; 1893).
- 306 - CAPPELLI A. - *Vico nel Lazio, memorie casalinghe con uno sguardo alle vicine città e paesi* (Alatri 1922).
- 307 - CAPPELLO A. - *Saggio sulla topografia fisica del suolo di Tivoli* (G. Arc., 27; 1824).
- 308 - CAPPONI C. - *Il promontorio Circeo illustrato con la storia* (Velletri 1866).
- 308^a - CARELLA V. - *Note geologiche e storiche sul territorio Cornicolano* (a cura di Min.ro Aeronautica, Roma 1945).
- 309 - CIALDI A. - *Sul moto ondoso del mare e sulle correnti di esso, specialmente su quelle litorali* (a pag. 275, II ed., Roma 1868).
- 310 - CLERICI E. - *La geologia dell'Agro Pontino* (in: La bonifica delle paludi Pontine; Istit. di Studi Romani, Roma 1935).
- 311 - CLERICI E., DE ANGELIS D'OSSAT G. - *Relazione del Congresso Geologico del 1930* (S. Geol. It., 49; 1930).
- 312 - CONTARINI G.B. - *Bibliografia geologica e paleontologica della provincia di Roma a cura del R. Uff. Geol.* (Roma 1886).
- 313 - DAUBRÉE D. - *Les eaux souterraines à l'époque actuelle* (Paris 1887).
- 314 - id. - *Les régions invisibles* (Paris 1892).
- 315 - DE ANGELIS D'OSSAT e CLERICI E. - *Le escursioni del XLIII congresso della S. Geol. It.*, (S. Geol. It. 49; 1930).
- 316 - DE LUCA F. e MASTRIANI R. - *Dizionario corogr. del Reame di Napoli* (vol. IV, parte I, Milano 1852).
- 317 - DESJARDINS E. - *Essai sur la topographie du Latium* (Paris 1854).
- 317^a - DE PERSIIS L. - *Tecchiena e il suo statuto* (Frosinone 1895).
- 318 - DIDIER C. - *Campagne de Rome* (II ed., Paris 1844).
- 318^a - DI MARZIO I. - *La Valle del Nerfa nella Marsica* (Avezzano 1931).
- 319 - DI TUCCI P. - *Una escursione alla Sompresisa e nei dintorni della medesima* (C.A.I., 10; 1876).
- 320 - DONOVAN J. - *Rome ancient and modern and its environs* (Rome 1844).
- 321 - FABRIANI A. - *Orvinio* (1941-42).
- 322 - FONTE-A-NIVE R. - *Sui monumenti ed altre costruzioni poligonie od epimonolite dette Ciclopiche, saturnie o pelasgiche e sui resti di tali fabbriche esistenti nella provincia Romana* (Roma, C.A.I., 1887).
- 323 - GALLI A. - *Discorso sull'Agro Romano e cenni economico-statistici sullo Stato Pontificio* (Roma 1840-42).
- 324 - GAVINI I.C. e VOLTAN G. - *Escursioni in Abruzzo, parti I e II* (C. A.I., Roma 1888-91).
- 325 - GELL W. - *The topography of Rome and its vicinity* (London 1834).
- 326 - GIORDANO F. - *Cenni sulla costituzione geologica della Campagna Romana* (Com. Geol., 2, 1-2; 1871).
- 327 - GORI F. - *Viaggio pittorico antiquario da Roma-Tivoli e Subiaco fino alla famosa grotta di Collepardo* (Roma 1855).
- 328 - id. - *Nuova guida storica, artistica, geologica e antiquaria da Roma a Tivoli e Subiaco alla grotta di Collepardo, alle valli dell'Anagnino ed al Lago Fucino* (Roma 1864).
- 329 - GORTANI M. - *Le acque sotterranee in Italia - Bibliografia generale* (Min. LL. PP., Roma 1938).
- 330 - id. - *Per lo studio idrologico e morfologico delle regioni carsiche e semi-carsiche italiane** (Atti I Congr. Speleol. Naz., Trieste 1933).

- 331 - GROSSI C. - *Il golfo di Gaeta* (Roma 1927).
- 332 - HARE A.J.C. - *Days near Rome* (London 1907).
- 333 - ILLUSTRATED LONDON NEWS - *Twentieth Century troglodytes: Cave-dwellers of Uappadocia* (London, 16/XII/1906).
- 334 - IST. NAZ. DI ECONOMIA AGRARIA - *Lo spopolamento montano in Italia: VII l'Appennino Abruzzese-Laziale* (N.° 16, Roma 1937).
- 335 - ISSEL A. e TRAVERSO S. - *Compendio di geologia* (Torino 1897: vol. I, a pag. 315).
- 336 - JAIA G. - *Bibliografia scientifica per uno studio fistografico della regione del Nera* (Roma 1904).
- 337 - JERVIS G. - *I tesori sotterranei d'Italia*, parte II (Torino 1874).
- 338 - KALLNER H. - *Studien zur Geomorphologie des Anienethales im Westlichen Zentralappennin* (Geograph. Wochenschrift; Breslau 1935).
- 339 - KELLER F. - *Sull'intensità orizzontale del magnetismo terrestre nei pressi di Roma*, N.° 1 (Roma 1895).
- 340 - id. - id. id. - N.° 4 (id. 1896).
- 341 - id. - id. id. - N.° 6 (id. 1897).
- 341* - LEONARDI E. - *Le origini dell'Uomo* (Milano 1937 - Opera curiosa sui dintorni di Terracina).
- 342 - LORENZI A. - *Escursioni di geografia fisica nel bacino del Liri* (S. Geogr. It., Roma 1904).
- 343 - LUPI E. - *Monte S. Pancrazio* (C.A.I., Roma, 3; 1888-91).
- 344 - MANTOVANI P. - *Descriz. geologica d. Camp. Romana* (II ed., Roma 1875).
- 345 - MAROCO G. - *Monumenti dello Stato Pontificio e relazione topografica d'ogni paese*, t. X-XXI (Roma 1833).
- 346 - MASSANO G. - *Il perfido Circeo* (in: Tra i monti del Lazio e dell'Abruzzo, C.A.I., Roma 1924).
- 347 - MAXIA C. - *Bibliografia geologica del Lazio* (Uff. Geol., Roma 1943).
- 348 - MELI R. - *Escursione alle paludi Pontine, a Terracina e al Circeo* (Ann. Sc. Appl. Ing. R. Univ., pag. 99, Roma 1894-95).
- 349 - id. - *Bibliogr. scientifica del pitotale Romano* (S. Geol. It., 23; 1904).
- 350 - id. - *Breve relazione delle escursioni geologiche eseguite con gli allievi della R. scuola d'applicazione per Ing. di Roma, anno scol. 1891-92* (Roma 1893 e id. 1894).
- 351 - id. - *Alcune note di geologia prese in un'escursione ad Ardea* (S. Geol. It., 24, 278; 1905).
- 352 - MERLA G. - *Il Tevere: monografia idrologica* (Min. LL. PP., Roma 1938).
- 353 - METAXA L. - *Monografia de' serpenti di Roma e suoi contorni* (Roma 1823).
- 354 - MILES J.E. - *Spring in Central Italy and Summer in Switzerland* (in: Brighton Herald, luglio 1888).
- 355 - MORANDINI G. - *I Monti Lepini studio antropogeografico* (Mem. geogr. antropica, 1, 1; C.N.R., Roma 1947).
- 356 - MORO G. - *Dal Lido di Venezia al tempio di Serapide* (At. Ven.).
- 357 - MORONI G. - *Dizionario di erudizione storico-ecclesiastica da S. Pietro fino ai nostri giorni* (Venezia 1842).
- 358 - MURCHISON R.J. - *Osservazioni geologiche nella provincia di Frosinone e di Velletri* (Lincei P.N., 1858).
- 359 - NICOLAI V. - *Dei bonificamenti delle terre Pontine ecc.* (Roma 1800).
- 360 - OMBONI G. - *Geologia dell'Italia* (Milano 1869: a pag. 306).
- 361 - PALMIERI A. - *Topografia statistica dello Stato Pontificio* (voll. II, III, IV, Roma 1857-63).
- 362 - PANTANELLI P. - *Notizie istoriche appartenenti alla terra di Serramoneta* (Roma 1911).

- 331 - GROSSI C. - *Il golfo di Gaeta* (Roma 1927).
- 332 - HARE A.J.C. - *Days near Rome* (London 1907).
- 333 - ILLUSTRATED LONDON NEWS - *Twentieth Century troglodytes: Cave-dwellers of Uappadocia* (London, 16/XII/1906).
- 334 - IST. NAZ. DI ECONOMIA AGRARIA - *Lo spopolamento montano in Italia: VII l'Appennino Abruzzese-Laziale* (N.° 16, Roma 1937).
- 335 - ISSEL A. e TRAVERSO S. - *Compendio di geologia* (Torino 1897: vol. I, a pag. 315).
- 336 - JAIA G. - *Bibliografia scientifica per uno studio fistografico della regione del Nera* (Roma 1904).
- 337 - JERVIS G. - *I tesori sotterranei d'Italia*, parte II (Torino 1874).
- 338 - KALLNER H. - *Studien zur Geomorphologie des Anienethales im Westlichen Zentralappennin* (Geograph. Wochenschrift; Breslau 1935).
- 339 - KELLER F. - *Sull'intensità orizzontale del magnetismo terrestre nei pressi di Roma*, N.° 1 (Roma 1895).
- 340 - id. - id. id. - N.° 4 (id. 1896).
- 341 - id. - id. id. - N.° 6 (id. 1897).
- 341* - LEONARDI E. - *Le origini dell'Uomo* (Milano 1937 - Opera curiosa sui dintorni di Terracina).
- 342 - LORENZI A. - *Escursioni di geografia fisica nel bacino del Liri* (S. Geogr. It., Roma 1904).
- 343 - LUPI E. - *Monte S. Pancrazio* (G.A.I., Roma, 3; 1888-91).
- 344 - MANTOVANI P. - *Descriz. geologica d. Camp. Romana* (II ed., Roma 1875).
- 345 - MAROCO G. - *Monumenti dello Stato Pontificio e relazione topografica d'ogni paese*, t. X-XXI (Roma 1833).
- 346 - MASSANO G. - *Il perfido Circeo* (in: Tra i monti del Lazio e dell'Abruzzo, C.A.I., Roma 1924).
- 347 - MAXIA C. - *Bibliografia geologica del Lazio* (Uff. Geol., Roma 1943).
- 348 - MELI R. - *Escursione alle paludi Pontine, a Terracina e al Circeo* (Ann. Sc. Appl. Ing. R. Univ., pag. 99, Roma 1894-95).
- 349 - id. - *Bibliogr. scientifica del pitotale Romano* (S. Geol. It., 23; 1904).
- 350 - id. - *Breve relazione delle escursioni geologiche eseguite con gli allievi della R. scuola d'applicazione per Ing. di Roma, anno scol. 1891-92* (Roma 1893 e id. 1894).
- 351 - id. - *Alcune note di geologia prese in un'escursione ad Ardea* (S. Geol. It., 24, 278; 1905).
- 352 - MERLA G. - *Il Tevere: monografia idrologica* (Min. LL. PP., Roma 1938).
- 353 - METAXA L. - *Monografia de' serpenti di Roma e suoi contorni* (Roma 1823).
- 354 - MILES J.E. - *Spring in Central Italy and Summer in Switzerland* (in: Brighton Herald, luglio 1888).
- 355 - MORANDINI G. - *I Monti Lepini studio antropogeografico* (Mem. geogr. antropica, 1, 1; C.N.R., Roma 1947).
- 356 - MORO G. - *Dal Lido di Venezia al tempio di Serapide* (At. Ven.).
- 357 - MORONI G. - *Dizionario di erudizione storico-ecclesiastica da S. Pietro fino ai nostri giorni* (Venezia 1842).
- 358 - MURCHISON R.J. - *Osservazioni geologiche nella provincia di Frosinone e di Velletri* (Lincei P.N., 1858).
- 359 - NICOLAI V. - *Dei bonificamenti delle terre Pontine ecc.* (Roma 1800).
- 360 - OMBONI G. - *Geologia dell'Italia* (Milano 1869: a pag. 306).
- 361 - PALMIERI A. - *Topografia statistica dello Stato Pontificio* (voll. II, III, IV, Roma 1857-63).
- 362 - PANTANELLI P. - *Notizie istoriche appartenenti alla terra di Serrmoneta* (Roma 1911).

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAV. I — (fot.: 1, G. Morandini; 2, 3, 4, A.G. Segre).

- 1 - Il Campo di Segni (m. 850); a destra appare come macchia più chiara, la superficie idrovara. Di fronte, deserto carsico del M. Fosse (m. 1040).
- 2 - Lapiez e pietrisco di disfacimento in calcari intensamente fratturati: quota m. 1200 sulla dorsale M. Rinsaturo-Lupone (M. Lepini).
- 3 - Lapiez ruinoso al Campo di Segni (M. Lepini).
- 4 - Lapiez marino sulla costa tra Sperlonga e Gaeta (falecia del M. Vannelamaro).

TAV. II — (fot.: 1, G. Morandini; 2, A.G. Segre; 3, C. Franchetti; 4, A. Attoni).

- 1 - Laghi di dolina (volubri) sul fondo d'una valle carsica a N del M. Malàina (M. Lepini).
- 2 - Lago al fondo del Pozzo del Merro (M. Cornicolani).
- 3 - Sorgente basale (quota m. 15) del M. Lepini a SO di Sezze, in loc. Acquapuzza.
- 4 - Uvala di Valle Santino al M. Tre Confini (i Colli nei M. Ernici, Veroli).

TAV. III — (fot.: 1, Circolo Speleologico Romano; 2, Istituto Geografico Militare).

- 1 - Lago temporaneo della Piana dell'Ovizzo a Pastena (M. Ausoni).
- 2 - Morfologia carsica dei Monti Aurunci tra Campodimele e Itri (prospett. aerea verticale da m. 3900 di quota; scala ca. 1:25.000).
Nel mezzo uvala del Piano del Campo, cui convergono due valli aride: fra queste è compreso un campo di doline. In alto a destra, parte del Campello, con modellamento a dossi calcarei. Chiaramente visibili numerose briglie trasversali per trattenere il suolo dal dilavamento sui versanti.

TAV. IV — (fot. R. Aeronautica).

- 1 - Il Pozzo Santullo nei M. Ernici (prospettiva aerea verticale, quota relat. di volo m. 500, N in alto).
- 2 - Pozzo Santullo (prospettiva aerea obliqua, quota relat. di volo ca. m. 200).

TAV. V — (fot.: 1, 2, 4, A.G. Segre; 3, A. Datti).

- 1 - Grotta diaclastica: il Catauso di Ardena (M. Lepini).
- 2 - Grotta d'interstrato: il Formale a Carpineto Romano (M. Lepini).
- 3 - Arco naturale di fronte all'ingresso della grotta di Bellegra.
- 4 - Dolina di crollo recentissimo alle falde N del M. Semprevisa nei M. Lepini (aprile 1946).

TAV. VI — (fot.: C. Franchetti).

- 1 - Dolina formata per sprofondamento di un segmento sotterraneo, tra l'Arco e l'ingresso della grotta di Bellegra.
- 2 - Foresta stalagmitica nel livello superiore della grotta di Pastena. In primo piano colonna costata; nel mezzo, fenomeni di slittamento sul fango e stalagmiti oblique.

TAV. VII — (fot.: 1, 2, I. Mosca; 2, C. Franchetti; 4, D. Realacci).

- 1 - Duplice portale e talweg asciutto dell'inghiottitoio di Pietrasecca (M. Carscolani).
- 2 - Interno dell'alta galleria d'inghiottimento (gr. di Pietrasecca).
- 3 - Sezione ad alta galleria in fase di riempimento stalagmitico (Galleria delle Meraviglie, Pastena).
- 4 - Risorgenza a sifone con soprastante apertura di «troppo pieno» (l'Obbuco, Falvaterra; M. Ausoni).

TAV. VIII — (fot.: 1, C. Franchetti; 2, Circolo Speleologico Romano).

- 1 - Grotta di Pastena: portale dell'inghiottitoio del polijie delle Macchie sotto M. S. Cataldo, in periodo di acque correnti.
- 2 - Lago sotterraneo in un dome della grotta di Luppa (M. Carscolani).



2



4



1



3





2



4



1



3



1



2



1



2



2



4



1



3



1



2



1



2



3



4



2



1

INDICE

INTRODUZIONE

RICERCHE COMPIUTE E RISULTATI CONSEGUITI	pag. VII
Norme per la lettura del catasto	pag. XII

PARTE I — TOPOGRAFIA DEI FENOMENI CARSIICI DEL LAZIO

CAP. I	- CARSISMO DELLA SABINA	pag. 3
CAP. II	- CARSISMO TIBURTINO-PRENESTINO	pag. 13
CAP. III	- CARSISMO CARSEOLANO	pag. 22
CAP. IV	- CARSISMO SIMBRUINO-ERNICO	pag. 34
CAP. V	- CARSISMO DEL MONTE SORATTE	pag. 59
CAP. VI	- CARSISMO DEI MONTI CORNICOLANI	pag. 62
CAP. VII	- CARSISMO LEPINO-PONTINO	pag. 67
CAP. VIII	- CARSISMO AUSONIO-AURUNCO	pag. 83
CAP. IX	- GROTTE DEL PROMONTORIO CIRCEO	pag. 104
CAP. X	- CARSISMO CERITE, E TUSCO-ROMANO (N e S di Roma)	pag. 110

PARTE II - CONSIDERAZIONI GENERALI SULLA MORFOLOGIA DEI TERRENI CALCAREI E DELLE ZONE ADIACENTI

CAP. XI	- CENNO GEOTETTONICO SULLE FORMAZIONI CALCAREE DELL'APPENNINO LAZIALE-ABRUZZESE	
	<i>Costituzione geologica e caratteri stratigrafici generali</i>	pag. 121
	<i>Facies strutturali e stili tettonici</i>	pag. 123
	<i>Fratturazione dei calcari</i>	pag. 126
CAP. XII	- CARSISMO DI SUPERFICIE	
	<i>Bacini carsici</i>	pag. 127
	Caratteri generali 127 - Morfologia dei bacini 128 - Hum 129 - Origine e formazione dei bacini carsici 130 - Bacini nei calcari 132 - Bacini nella formazione molassica 133 - Regime idrografico dei bacini carsici 134 - Piene e laghi 134.	

	<i>Doline</i>	pag. 136
	Carso coperto 136 - Forme intermedie 139 - Doline normali 140 - Doline di crollo 143 - Laghi di dolina 146.	
	<i>Microcarsismo e Lapiez</i>	pag. 147
CAP. XIII	CARSISMO SOTTERRANEO: VORAGINI E GROTTI	
	<i>Caratteri generali delle cavità sotterranee</i>	pag. 149
	<i>Cavità per disfacimento climatico</i>	pag. 151
	<i>Grotte carsiche-marine</i>	pag. 151
	<i>Grotte di attraversamento</i>	pag. 151
	Inghiottitolo 154 - Regione dei pozzi 154 - Sezioni 155 - Canyons sotterranei, gallerie, domi 156 - Migrazioni 158	
	<i>Speleoidrografia</i>	pag. 160
	Caratteri idrometrici 160 - Trasmissione dell'onda di piena nei canali sotterranei 160 - Portata solida 161 - Idrodinamica 162 - Cavitazione 162 - Cesellamento idrico 163 - Laghi sotterranei 163.	
CAP. XIV	LE SORGENTI DEL CALCARI	
	<i>Assorbimento, circolazione, erogazione delle acque</i>	pag. 166
	<i>Distribuzione delle sorgenti</i>	pag. 167
	<i>Regime idrologico delle sorgenti</i>	pag. 169
CAP. XV	RIEMPIMENTO DELLE CAVITÀ SOTTERRANEE.	
	<i>Natura e disposizione del riempimento</i>	pag. 171
	<i>Depositi chimici</i>	pag. 173
	Incrostazioni di forma particolare 173 - Fenomeni di rottura nelle stalagniti 176.	
	<i>Fattori della stalagnitizzazione</i>	pag. 176
CAP. XVI	APPLICAZIONI MORFOMETRICHE ALLE FORME CARSICHE	
	<i>Morfometria delle doline</i>	pag. 178
	<i>Morfometria delle grotte e voragini</i>	pag. 180
CAP. XVII	RELAZIONE TRA SISMICITÀ E CARSISMO.	
	<i>Pseudosismi carsici</i>	pag. 183
	<i>Sismi per suberosione profonda</i>	pag. 184
	<i>Effetti dei terremoti tettonici appenninici sui terreni soggetti a carsismo</i>	pag. 187
	<i>Effetto dei sismi nelle grotte</i>	pag. 188
CAP. XVIII	SPELEOMETEOROLOGIA.	
	<i>Osservazioni sul microclima dei lapiez</i>	pag. 189
	<i>Osservazioni sul microclima delle doline</i>	pag. 190

	<i>Osservazioni sul microclima sotterraneo</i>	pag. 191
	<i>Temperatura</i>	pag. 195
	Temperatura media delle cavità sotter- ranee del Lazio 193.	
	<i>Igrometria</i>	pag. 198
	<i>Moti dell'aria</i>	pag. 199
CAP. XIX	LE CONDIZIONI ECOLOGICHE DEL CARSO LAZIALE	
	<i>Dorsali, spianate carsiche, lapiez</i>	pag. 203
	<i>Cavità</i>	pag. 204
CAP. XX	SVILUPPO E DIFFUSIONE DELLA MORFOLOGIA CARSICA NEL LAZIO.	
	<i>Carsismo e condizioni geolitologiche re- gionali</i>	pag. 209
	<i>Fenomeno carsico e clima attuale</i>	pag. 211
	<i>Età relativa dei fenomeni carsici nel Lazio</i>	pag. 213
	<i>Evoluzione morfogenetica delle grotte</i>	pag. 215
BIBLIOGRAFIA		pag. 219