

Anno XI - n. 1-6



Genraio-Dicembre 1915

Mondo sotterraneo

RIVISTA

di speleologia e idrologia

PUBBLICAZIONE

bimestrale del Circolo Speleo-
logico ed Idrologico Friulano.

Direttore: Prof. F. MUSONI

REDATTORI:

dott. G. B. DE GASPERI - prof. M. GORTANI - prof. G. PAOLETTI

COLLABORATORI:

Almaglià prof. Roberto (Univ. di Roma) — Bassani prof. Francesco (Univ. di Napoli) — Bertacchi prof. Cosimo (Univ. di Torino) — Caclamalì prof. Giovanni Battista (R. Liceo di Brescia) — Bortoletti prof. Ciro (Roma) — Colamonico prof. Carmelo (R. Istituto Tecnico di Bari) — Dalnelli prof. Giotto (Univ. di Pisa) — Dal Piaz prof. Giorgio (Univ. di Padova) — Da Schio Giulio (Vicenza) — De Giorgi prof. Cosimo (R. Istituto Tecnico di Lecce) — Del Campana prof. Domenico (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — De Lorenzo prof. Giuseppe (Univ. di Napoli) — De Marchi prof. Luigi (Univ. di Padova) — De Stefani prof. Carlo (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — De Toni ing. Loreuzo (Udine) — Errera prof. Carlo (Univ. di Bologna) — Feruglio prof. Domenico (Udine) — Feruglio prof. Giuseppe (R. Comitato talassografico: Univ. di Padova) — Fratini prof. Fortunato (Ravenna) — Issel prof. Arturo (Univ. di Genova) — Lorenzi prof. Arrigo (Univ. di Padova) — Marinelli prof. Olinto (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — Principi prof. Paolo (Univ. di Genova) — Riechieri prof. Giuseppe (R. Accademia Scientifico-Letteraria di Milano) — Simonelli prof. Vittorio (R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Bologna) — Stegagno prof. Giuseppe (Ferrara) — Tassinari prof. Paolo (Univ. di Parma).

G.B. DE GASPERI: *Grotte e voragini del Friuli.*

Direzione e Amministrazione

presso la sede del Circolo Speleologico, Palazzo Bartolini, Udine

UDINE - 1916



TIP. DEL BIANCO

SOMMARIO

Memorie e relazioni. — G. B. DE GASPERI: *Grotte e voragini del Friuli.*

PRESIDENZA E CONSIGLIO DIRETTIVO DEL CIRCOLO

PRESIDENTE: MUSONI dott. cav. prof. FRANCESCO

VICE-PRESIDENTE: Feruglio prof. dott. Domenico

SEGRETARIO: dott. G. B. De Gasperi

VICE-SEGRETARIO: Feruglio Egidio

CASSIERE: † Umberto Micoli

CONSIGLIERI: Cantarutti ing. cav. uff. G. B. - Fratini dott. prof. cav. Fortunato
Paoletti dott. prof. Giulio - Valussi ing. Odorico - Cosattini Renzo

REVISORI DEI CONTI: Sadnig dott. Giovanni - Piacentini Giovanni

La Rivista si pubblica a fascicoli illustrati di 24 pagine, uno ogni due mesi

Si dà gratuitamente ai Soci del Circolo

Pel non soci l'abbonamento annuo è di L. 4 anticipate per l'interno, 5 per l'estero.



ALLA MEMORIA
DELL' AMICO UMBERTO MICOLI
COMPAGNO D' ESPLORAZIONI
CADUTO SUL PODGORA
IL 9 GIUGNO 1915
PER LA GLORIA D'ITALIA

MARZO 1916.

MATERIALI PER LO STUDIO DEI FENOMENI CARSICI

II. — Grotte e voragini del Friuli

Memoria di G. B. DE GASPERI

I. — Introduzione.

1. *Premessa.* — Cominciai nel 1908 ad occuparmi di grotte del Friuli; e fin dalle prime esplorazioni ebbi l'idea di raccogliere materiale per un lavoro d'assieme sui fenomeni sotterranei di quella regione. Col procedere dell'opera mi persuasi quanto arduo fosse il lavoro propostomi, e come fosse impossibile portarlo veramente a compimento. Perciò ora, dopo otto anni da quelle prime ricerche, riunisco i risultati delle mie osservazioni che, pur rappresentando soltanto una tappa alla conoscenza perfetta del Friuli sotterraneo, possono servire di base a ulteriori ricerche. La memoria è divisa in sei capitoli. Il primo, che serve d'introduzione, dice brevemente dello stato attuale degli studi speleologici in Italia, della terminologia scientifica e di quella vernacola friulana relativa a grotte e voragini.

Il secondo comprende il catalogo descrittivo delle cavità carsiche friulane, nel quale sono descritte e figurate tutte quelle conosciute, ed almeno citate quelle note solo di nome. Naturalmente, anche avendo riguardo soltanto a quelle esplorate, non sono in grado di dare per ciascuna di esse una descrizione veramente completa; nè in ognuna ho fatto osservazioni con gli stessi metodi e criteri, perchè soltanto nel

corso delle ricerche mi sono formato una qualche preparazione agli studi speleologici, che mi mancava quasi del tutto nell'inziarle. Al difetto ho cercato di riparare visitando di nuovo, in questi ultimi anni, grotte ch'erano state meta delle prime esplorazioni. Devo ancora avvertire che parecchie fra le grotte friulane erano state, prima che da me, esplorate da altri studiosi, e di alcune di esse si possedeva la planimetria; però fu mia cura rivederle personalmente, e, per alcune, rifare i rilievi topografici. Per ciò il catalogo descrittivo è, per la massima parte, originale; quanto si deve ad altri, sia di osservazioni, sia di rappresentazioni grafiche, è ricordato con frequenti citazioni bibliografiche.

Il terzo capitolo è dedicato allo studio dell'origine delle grotte, alla morfologia delle cavità sotterranee, al loro ciclo di sviluppo. Gli elementi fondamentali che mi hanno servito per la compilazione del capitolo sono ricavati da grotte friulane; però ho creduto bene di aggiungere, quando le circostanze lo richiedevano, la citazione di fatti ricavati dalla bibliografia relativa ad altre grotte, senza la pretesa comune di voler fare una trattazione completa sui vari argomenti, cosa difficilissima per la straordinaria ricchezza della moderna bibliografia speleologica.

Gli stessi criteri ho seguito nel quarto e quinto capitolo che riguardano le acque e la meteorologia sotterranea relativamente alle grotte e voragini friulane.

L'ultimo capitolo infine riassume quanto si sa finora, ed è ben poco, sulla vita attuale e passata e sulle tracce dell'uomo nelle grotte del Friuli.

2. *Lo studio regionale delle grotte in Italia; le società speleologiche.* — Al 1.º Congresso Geografico Italiano, tenutosi in Genova nel 1892, il prof. A. Issel presentò una relazione *Sulla convenienza di promuovere l'esplorazione delle caverne d'Italia sotto l'aspetto della topografia, della idrografia sotterranea e della zoologia* (1). Il relatore dimostrava l'interesse di tali studi in un paese, quale l'Italia, ove i territori calcarei occupano vaste estensioni; faceva notare la scarsità della bi-

(1) In: « Boll. Soc. Geogr. Ital. », Agosto-Settembre 1892.

bliografia sull'argomento, e concludeva incitando la Società Geografica Italiana a destinare un premio all'autore di una memoria su caverne italiane.

Fu questo il primo passo della speleologia moderna in Italia. Al concorso, bandito dalla Società Geografica, presentarono i loro lavori Paolo Bensa, che si occupò delle Grotte liguri, G. Dal Piaz, che studiò quelle del Bellunese, ed alcuni triestini che descrissero monograficamente l'Abisso di Trebiciano.

Oggidi la speleologia, sebbene non molto rapidamente, ha fatto progressi in Italia; ma non possiamo tuttavia dire di conoscere a fondo alcuno dei distretti carsici della nostra regione. Comunque va ricordato che il Carso triestino, per opera di varie società delle quali diremo, e specialmente dell'Alpina delle Giulie, è fra le regioni meglio studiate nel mondo. I fenomeni carsici del Friuli, ai quali è dedicato il presente lavoro, sono discretamente, se non esaurientemente, noti. Nel Bellunese conosciamo pure buon numero di cavità carsiche, grazie ai lavori del Dal Piaz.

Pel rimanente del Veneto, se si tolgano i vecchi studi del Catullo, e quelli più recenti del Nicolis nel Veronese, e del Fabiani sui Berici, mancano lavori monografici di una qualche importanza.

Le grotte Lombarde ebbero illustratori, come i proff. Cacciamaali, Mariani e Salmoiraghi, i quali però sempre si occuparono di fenomeni isolati, o in piccoli gruppi, come fecero per il Piemonte F. Salino, Baretta e Sacco.

Per la Liguria abbiamo un buon lavoro di P. Bensa (*Grotte Appennino Ligure*), ove sono elencate 129 grotte della regione e sono esaurientemente descritte nove grotte del Finalese. In Liguria lavorò pure molto, specialmente nel campo paleontologico, il prof. Issel.

Nell'Appennino studi particolareggiati su grotte di distretti carsici importanti furono condotti a termine soltanto in Garfagnana dal Quarina, e in tutte le Apuane da Brian e Mancini, e da Merciai, mentre Trebbi si occupò delle grotte dei gessi del Bolognese.

Nel rimanente della penisola, anche dove i calcari assumono importanza grandissima (Abruzzo, Puglie, ecc.), non si ebbero che studi saltuari, e lo stesso va detto per la Sicilia (Marinelli, *Sicilia, ecc.* « Atti VII Congr. Geogr. Ital. », 1911) (1).

I primi italiani che abbiano rivolto collettivamente la loro attività allo studio delle grotte furono i soci della Società Alpina delle Giulie di Trieste, i quali fondarono una *Commissione per le grotte* che svolse nel Carso triestino un'attività grandissima, come si rileva quasi in ogni numero della Rivista « Alpi Giulie ». Pure nel triestino lavorarono una commissione della Sezione « Küstenland » del Club Alpino Tedesco-Austriaco e il Club Touristi Triestini, che dà i suoi resoconti nel periodico « Il Tourista ».

Anche il Club Alpino Fiumano, a somiglianza dell'Alpina delle Giulie, fondò in Fiume sul finire del 1903 una *Commissione per le grotte* che pubblica i risultati delle sue ricerche nella « Liburnia », rivista della Società stessa.

Entro i confini del Regno però, soltanto nel 1898 un gruppo di naturalisti volenterosi fondava in Udine una prima società per lo studio delle grotte, col nome di *Circolo Speleologico Friulano*.

Il Circolo sorse sotto gli auspici della benemerita Società Alpina Friulana, e, per i primi anni, fino al 1904, la Cronaca bimestrale di questa, l'« In Alto », accolse anche le relazioni delle esplorazioni speleologiche. Nel 1904 il Circolo cominciò vita a sè, e fondò un proprio periodico, il « Mondo sotterraneo », che accoglie, oltre alle relazioni dei lavori compiuti dai soci, articoli vari su fenomeni speleologici ed idrologici d'Italia e dell'estero.

Nel 1899 fu fondato in Brescia un circolo intitolato « *la Maddalena* » che aveva per scopo lo studio dei fenomeni carsici nel Bresciano; ma nel 1905 esso fu sciolto.

(1) Non tengo conto qui dei numerosi lavori paleontologici che, sotto un certo punto di vista, riguardano anche le grotte, poichè in essi la parte data al loro studio fisico è affatto secondaria e trascurabile per ciò che riguarda il nostro lavoro.

Nè più lunga vita ebbero la *Commissione per lo studio delle Caverne*, istituita nel 1900 in seno alla sezione di Milano del Club Alpino Italiano; la *Società Speleologica Italiana* sorta in Bologna nel 1902, che per qualche anno pubblicò la « Rivista Italiana di Speleologia »; il *Circolo Speleologico* del Club Alpino Italiano (Sez. di Roma), fondato nel 1905.

Un appello per la costituzione di una società speleologica piemontese fu fatto nel 1905 dal prof. C. Errera (1), ma la cosa non ebbe più seguito.

Attualmente di società per lo studio delle grotte in Italia non v'ha che il Circolo Speleologico Friulano; esso conta ormai 17 anni di vita ed il « Mondo sotterraneo » è alla sua decima annata. Del lavoro compiuto dai soci del Circolo è testimonio il presente volume che riassume tutto quanto attualmente si sa sulle grotte del Friuli (2).

3. *Grotte e voragini*. — Non mi fermo a lungo sulla terminologia scientifica dei fenomeni carsici, ma voglio giustificare la distinzione principale che ho mantenuta fra i due tipi di cavità: le *grotte* e le *voragini*.

Chiamo *grotte* le cavità assorbenti (tipo Robic) o di sbocco (tipo Preoreak) che si inoltrano nel sottosuolo orizzontalmente o più o meno inclinate, mentre riservo il nome di *voragini* (Bus de la Lum) a quelle che si adimano verticalmente. In ciò seguo il concetto del Marinelli (*Dintorni di Tarcento*). Fra i due tipi così stabiliti vi sono dei tipi intermedi, come le *grotte-voragini* che sono grotte terminate da uno o più pozzi (Viganti) e le *voragini-grotte* (Matajur).

Molti autori italiani parlano di *grotte* e *caverne*, come se fra i due termini vi fosse differenza, ma l'uso promiscuo che se ne è fatto da molti e le differenze, spesso in disaccordo, stabilite da altri non mi sembrano giustificare una possibile distinzione.

Ricorderò comunque che Issel (*Geologia*, I, pag. 153) distingue le *grotte*, lunghe, anguste, tortuose, dalle *caverne*, più ampie e di

(1) ERRERA (C.), *Per una Società speleologica piemontese*, « Mondo sotterraneo », II, pag. 34-36.

(2) Per la bibliografia friulana questo lavoro è al corrente fino al dicembre 1915.

facile accesso; ricorda pure le *balme* e gli *antri*, cavità più o meno superficiali, e chiama *baratri* le cavità profonde, che si adimano verticalmente, quelle che io, col Marinelli, nomino voragini.

Boegan (*Aurisina*, pag. 30-31 dell'estr.) accetta *caverna* nel senso di un singolo ambiente sotterraneo più o meno vasto, mentre con *grotta* comprende una serie di caverne. In ciò segue una distinzione che appare da un brano di C. Catinelli (*Timavo*, pag. 14).

Schmidl invece vorrebbe indicare con *grotta* un canale sotterraneo privo di corsi d'acqua, con *caverna* invece uno percorso da un corso d'acqua.

Boegan stesso (*Speleologia*) ripetendo che *grotta* dovrebbe servire ad indicare l'assieme di più cavità o *caverne*, chiama le voragini coi nomi di *pozzi*, *foibe*, *abissi*, *voragini* e (quest'ultimo improprio) *cunicoli*.

Più recentemente il Biasutti (*Nomenclatura*) nel rivedere la nomenclatura delle forme carsiche, accetta senz'altro la distinzione in *grotte* e *voragini* che sopra ho fatta e che ormai è sancita dall'uso nella nostra letteratura speleologica.

Fra gli autori stranieri Martel (*Abimes*, pag. 5) distingue: le *goules*, grotte nelle quali viene assorbito un corso d'acqua (Viganti); le *cavernes* dalle quali esce l'acqua, e gli *abimes*, i *gouffres*, ed i pozzi il cui carattere distintivo è d'essere verticali.

De Mortillet (*Préhistorique*, pag. 423) chiama *cavernes*, le cavità profonde, *grottes* quelle più o meno illuminate direttamente dall'esterno, *abris sous roche* i semplici strapiombi.

Fruwirth (*Höhlen*) distingue le caverne con acqua, i crepacci, le grotte di lava.

Cuttriss (S. W.), (*Yorkshire*, p. 311-324), distingue le cavità assorbenti in *Pot Holes*, profonde, generate dalla caduta verticale del corso d'acqua, e *Sink Holes* o *Swallow-Holes* meno profonde, dovute specialmente alla dissoluzione. Le prime sarebbero vere voragini, le altre grotte assorbenti.

G. Rollier (*Jura Bernois*, pag. 129-133) classifica le grotte del Giura Bernese in nicchie, balme, gallerie, caverne, « outanes », « gouffres ».

J. Neischl (*Franconia*) adotta per le caverne la divisione in *Spalten Höhlen* (grotte strette) e in *Zerklüftungs-Höhlen* (grotte larghe).

Mazauric (*Gard*, p. 347-348) chiama *grotta* una cavità aperta orizzontalmente sul fianco di una montagna o di una valle o di un bacino chiuso o di una escavazione verticale poco profonda; *gouffre*

(*precipizio, abime, puits, creux*) quella che io chiamo voragine; *gouffre-grotte* una voragine seguita da galleria orizzontale e *grotte-gouffre* una grotta terminata da uno o più pozzi.

4. *Nomenclatura dialettale friulana delle grotte e voragini.* — La terminologia scientifica dei fenomeni carsici è ben lungi dall'essere in Italia tanto completa, da permetterci di evitare l'uso delle molte, anzi troppe, parole straniere (*karren, polje*, ecc.) di cui si è infarcito il nostro linguaggio scientifico. Per provvedere a riparare, almeno in parte, a questo umiliante inconveniente, il Circolo Speleologico friulano, d'accordo con quello di Brescia, e seguendo il voto espresso nel 3.º Congresso Geografico Italiano (1), aveva iniziato in Friuli una raccolta di termini dialettali relativi a fenomeni carsici. La raccolta avrebbe dovuto poi esser continuata nelle varie regioni dialettali d'Italia e, dai materiali raccolti, si sarebbero potuti scegliere quei termini che più si prestassero all'uso scientifico. Se non che questo lavoro di ricerca è andato assai a rilento, perchè pochi furono i volonterosi che vi si dedicarono. Per una bibliografia più completa sull'argomento rimando ad un mio lavoro (2) che è uno dei più recenti della piccola serie di raccolte di vocaboli geografici vernacoli.

La terminologia dialettale friulana relativa a fenomeni carsici ebbe un ottimo raccoglitore in Arrigo Lorenzi (3); alla abbondante messe di dati da lui raccolta potei più recentemente aggiungerne parecchi altri, giovandomi delle progredite conoscenze speleologiche nella nostra regione ed avendo modo di fare qualche confronto con la nomenclatura delle altre località che furono finora studiate sotto questo aspetto.

Nel piccolo elenco che segue trascuro tutti i vocaboli che si riferiscono a fenomeni carsici in genere, e tengo conto solo

(1) BATTISTI (C.), *Intorno ad una raccolta di termini locali attinenti a fenomeni fisici ed antropogeografici da iniziarsi nelle singole regioni dialettali d'Italia*, « Atti III Congr. Geogr. Ital. », vol. II, pag. 343.

(2) DE GASPERI (G. B.), *Termini geografici dialettali della parlata friulana*, « Forum Juli », Gorizia, 1912.

(3) LORENZI (A.), *Termini dialettali di fenomeni carsici raccolti in Friuli*, « Pagine Friulane », Anno XIII, n. 3. Udine 1900.

di quelli relativi a quelle cavità che, come dissi sopra, chiamo *grotte* e *voragini* (1).

Bùse, busàte (*buca, buccaccia*), ha di rado il significato di *grotta* (es. la grotta di Torlano detta *la buse*); più frequentemente è usata nel senso di dolina. Gli stessi significati hanno le voci *bus* e *buse* in Cadore, nella regione Veneto Tridentina e nel Cansiglio. *Busi* nel Veronese e *büse* nel Bresciano valgono invece doline. Nel bacino superiore del Brenta *buso* è una caverna e in Garfagnana *buca* ha anche il significato di voragine.

Cèule, cèole, cèvole (*cèola, cèvola*), in Carnia e nelle Prealpi Tramontine indicano piccola voragine o cavità superficiale. Nel Veronese *còvolo* vale dolina e lo stesso vocabolo significa caverna in genere nell'Agordino. Così *cùel, còel* o *còvel* in Val Camonica ed in Trentino hanno il significato di grotta o riparo sotto roccia.

Ciòndar, zòndar (*zòndro*), indica in generale qualunque cosa vuota, cava. Talora sta per riparo sotto roccia o per grotta (es. *Ciòndar dai Pagàns* è detta la *Spilugne di Landri* di Pojana).

Ciàbie (*cabia*, dal latino *cavea*). Cavità in genere. In uso nella Carnia.

Clàupe (*clàupa*). A Forni di Sotto è in uso per indicare antro, caverna.

Fòibe, flòibe (*foiba*, dal latino *fovea*). Nel Canal di Gorto ha anche il significato di voragine.

Fôr (*forno*). Cavità orizzontale, grotta. *Forno*, nello stesso senso, si usa pure nel Trentino, in Cadore e nella Garfagnana.

Foràm, foràn (*forame*). Indica grotta e talora anche dolina. Nel Montello, il *Forame di Falzé* è una grotta.

Glazzere (*Ghiacciaia*). Pozzo con neve sul versante settentrionale del Ciampòn.

Grote (*grotta*). È usato di rado nel linguaggio comune.

Landri, ländler (*landro*). Storpiatura di andri, usata assai di

(1) Il vocabolo tra parentesi che segue ogni termine dialettale è il corrispondente italiano, o, quando questo manca, la forma dialettale italianizzata foneticamente.

frequente per indicare caverna in genere. Sotto la forma *ander*, *andro* o *landro*, si trova in Cadore. *Andrassa* è una voragine assorbente in Liguria. Il Martel, per l'etimologia, ricorda il sanscrito *antara* che vale fessura.

Spilugne, spilunce (*spelunca*). Indica piccola voragine o grotta. *Sperlonga* è una voragine, in Cansiglio; così *spruga* nel Vicentino, *sperluga* e *sperlugola* in Garfagnana, *spelunca* e *spilunca* nei dintorni di Prato in Toscana. Nel golfo di Spezia le *sprugole* sono grotte; *sperlonga* è un pozzo naturale nell' Appennino Abruzzese e infine *spiluga*, *spiuga*, ecc. hanno il significato di dolina nel Veronese.

Tane (*tana*). Piccola grotta orizzontale. *Tana del Re Tiberio* è una importante grotta nei gessi della Valle del Senio in Romagna.

A complemento di questo breve elenco di voci friulane aggiungo le seguenti, del dialetto sloveno, usate nella zona abitata dalle popolazioni slovene:

Jama. Significa in generale grotta, ma talora anche voragine e persino conca, valle, gola.

Pec. Corrisponde a *forno*; non è più in uso, ma è rimasta nei nomi propri. (*Mala-Pec* p. es.).

Rupa. È il vocabolo più comune per indicare voragine. Significa pure burrone o cavità in genere con pareti ripidissime.

II. — Catalogo descrittivo delle grotte e voragini del Friuli.

5. *Limiti e metodo seguiti*. — In un mio precedente lavoro (De Gasperi, *Catalogo*) portato a termine nel 1910 elencai tutte le grotte che, a mia conoscenza, erano state segnalate nella regione friulana fra il Livenza e l'Isonzo. Aggiungevo anche il distretto carsico del Cansiglio, come quello che, facendo parte del gruppo del M. Cavallo, andava considerato come estrema propaggine delle prealpi Carniche, e quindi Friulane. Nel presente lavoro mantengo tali limiti, trascurando la regione, pure friulana, sulla sinistra dell'Isonzo, comprendente fra altro l'importantissima regione carsica dell'altipiano di Ternova. Fui indotto a limitare il mio studio

all' Isonzo, anzitutto per la quasi completa mancanza di mie cognizioni dirette sui fenomeni della detta zona, tale che il lavoro sarebbe risultato di pura compilazione; poi per la scarsità di notizie esistenti sulla regione stessa, ch'è invece per sua natura ricchissima di cavità carsiche; in terzo luogo per non invadere, per così dire, una zona nella quale va esplicando la sua attività la Società Alpina delle Giulie, benemerita per lo studio del Carso sotterraneo.

Nel precedente catalogo, di ogni cavità davo le principali caratteristiche, l'ubicazione e l'elenco bibliografico il più possibile completo; in questo aggiungo la descrizione, un po' più ampia per le grotte qui per la prima volta citate, riassuntiva per quelle altrove descritte, e, di quelle rilevate, la pianta. Le cavità di cui si hanno notizie vaghe e quelle di minor interesse sono elencate per gruppi, o in appendice alle altre.

L'ordine seguito nella descrizione è quello topografico; sono considerate successivamente le cavità delle Alpi Giulie; delle Prealpi dell' Iudrio; delle Prealpi del Torre, dei colli terziari e morenici fra il Tagliamento e il Torre; delle Alpi Carniche, delle Prealpi Tramontine e del gruppo del Cavallo. Preferii stabilire come limiti i corsi d'acqua, anzichè considerare i bacini dei singoli fiumi, — come potrebbe sembrare più opportuno trattandosi di fenomeni in stretta relazione con quelli idrologici, — perchè i primi si presentano nettamente distinti; mentre i secondi, trattandosi di terreni carsici, sono molto incerti e si dà talora il caso (Tasajama), che le acque superficiali di una zona vadano ad un bacino (Cornappo), mentre quelle sotterranee si versano in un altro (Torre).

I limiti dei gruppi montuosi sono quelli stabiliti da G. Marinelli (*Nomi, limiti e divisioni*).

Alcuni cenni geologici e litologici sui singoli gruppi precedono i paragrafi descrittivi.

6. *Le grotte e voragini delle Alpi Giulie Occidentali.* — Le Giulie occidentali sono limitate a nord dal fiume Fella, dal passo di Camporosso, dal torrente Gailitz. Ad est dal Rio Schlitzza, dal passo del Predil e dal fiume Isonzo, che le dividono dalle Giulie Orientali. A sud il rio Ucea, la sella di Carnizza, il rio Barman ed il torrente Resia le separano

dalle Prealpi del Torre; ad ovest il fiume Fella fino a Pontebba segna il confine con le Alpi Carniche.

La regione a nord del canale di Dogna, ove compaiono gli strati paleozoici (permiano) ed i successivi, fino al rai-bliano, è quella che meno ci interessa, non essendoci state finora segnalate, di tale regione, punte cavità carsiche. La regione che sta a sud, è invece abbastanza ricca di fenomeni carsici, sviluppatasi nei calcari dolomitici della dolomia principale, che occupano si può dir tutta la zona: con l'eccezione di limitate aree dove affiorano i calcari selciferi giuralias-sici, — del territorio ristretto, presso la sella di Carnizza, occupato dalla sinclinale che rinchiude il selcifero, la scaglia e l'eocene, — e dei depositi quaternari del fondo delle valli e della sella di Nevea.

Due sole delle cavità ricordate, le grotte di Gniva, si aprono nei depositi quaternari della valle di Resia; le altre, tutte nella dolomia, e sono generalmente voragini della regione alpina, nella cui formazione ha avuto gran parte l'azione delle nevi, oppure si tratta di cavità di sbocco di grosse sorgenti di tipo carsico del tutto simili a quelle dei terreni calcarei.

I « Fontanons » di Val Raccolana. Fra le sorgenti due sono specialmente notevoli: il *Fontanon di Goriuda* e il *Fontanon di Vandul*, in Val Raccolana.

Il *Fontanon di Goriuda* (fig. 1.^a) sgorga sulla sinistra del Raccolana, a 868 m. sul mare, a 202 sul fondo della valle, di fronte alla borgatella di Stretti. Non ebbi modo di visitarlo; però Brazzà (*Studi alpini*, pag. 27) fa cenno di una grotticella al suo sbocco. Il Fontanon è segnato sulla carta topografica (Tav. M. Canin, ediz. 1910). Dal sentiero che da cas. Goriuda di sopra scende alla valle, è visibile, alla base di una parete di roccia, un'ampia apertura, alta una quindicina di metri, larga 3-4 m. Per la sua posizione, proprio sopra al Fontanon, non è impossibile che stia in relazione con esso, e sia un suo antico sbocco.

Sull'altro fianco della Val di Raccolana, un po' ad ovest della borgata di Pian di qua, alla base della parete rocciosa

che sta a sinistra del Lavinâl di Vandul ed a circa 630 m. sul mare sgorga l'abbondantissima sorgente perenne detta *Fontanòn dei Piani* o *di Vandul*.

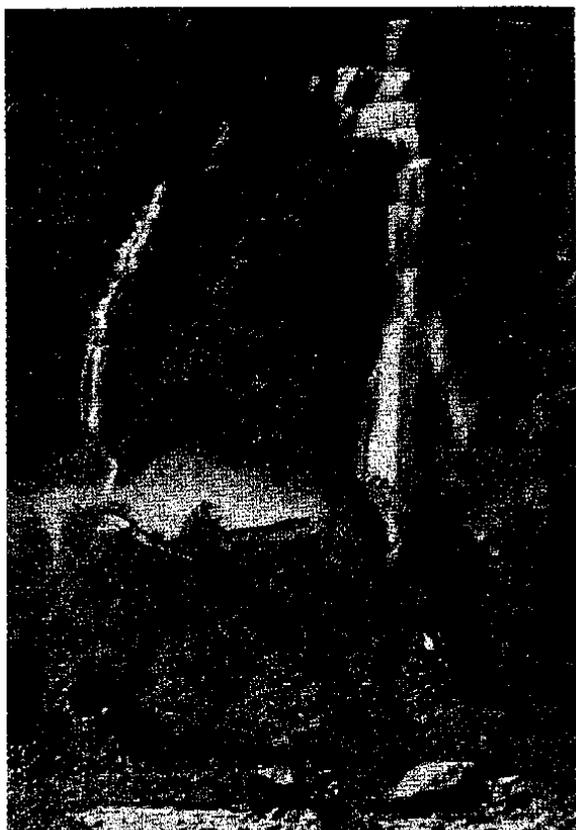


Fig. 1.^a — Fontanon di Goriuda.

È degna rivale del Fontanon di Goriuda; senonchè non forma niente di simile alla pittoresca cascata che ha reso questo noto ai frequentatori della valle.

La sorgente dei Piani ha origine da una gran cavità (fig. 2.^a), praticabile per breve tratto, scavata negli strati della dolomia principale, di notevole spessore, pendenti debolmente ad ENE. La grande massa d'acqua che di lì trae origine ribolle

da un sifone ad una decina di metri dall'ingresso della grotta.

Questa è irregolarmente circolare, col suolo cosparso di grossi massi caduti dalla volta.

L'acqua, — che nei tempi di magra forma da sola il corso del Rio del Lavinal di Vandul, — è utilizzata in parte dal Molino Codile. Nella carta che accompagna il lavoro del Brazzà (*Studi alpini*) la sorgente dei Piani è segnata « La Fontana ».

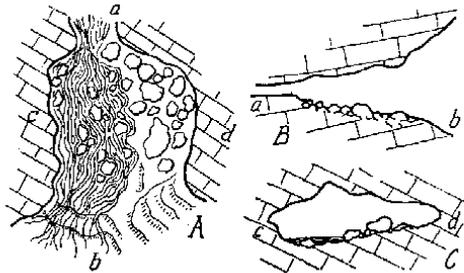


Fig. 2.^a — Il Fontanon dei Piani.

Grotta di uscita: A, pianta; B e C, sezioni. - Scala 1:1000.

Il bacino di raccoglimento delle acque del Fontanon di Goriuda è ben delimitato: lo alimentano le acque di precipitazione e quelle di fusione delle nevi e dei ghiacciai della soprastante conca fra il Bila Pec, il M. Canin e la Sella Grubia, e di quella più bassa del Foran del Muss. Entrambi bacini senza scolo superficiale, cribrati letteralmente da solchi carsici, voragini, e, — ove è poco materiale alluvionale proveniente dalle vicine morene, — doline alluvionali. Il *Fontanon* è perenne, di portata variabile, tale da risentire dopo uno o due giorni l'effetto delle improvvise piogge. Ciò si spiega per la relativa vicinanza della sorgente al suo bacino d'alimento; pel fatto che questo occupa rispetto alla sorgente una posizione elevata che aumenta la velocità di discesa delle acque, ed anche, per quanto si vede dell'esterno, per l'ampiezza delle fessure e la mancanza di terriccio (terra rossa dei calcari) atto ad ostruirle. Alla perennità della fonte contribuisce certo la presenza del ghiacciaio del Canin.

Le acque del Fontanon di Vandul si raccolgono sul pendio meridionale della cresta fra il Montasio e il Cimone.

Fessure e voragini del Canin. L'alta regione del Canin, sopra al limite del bosco, è ricchissima di cavità carsiche, specialmente superficiali (solcature carsiche, doline, ecc.). Qui non è il luogo per trattare particolarmente di esse (De Gasperi, *Canin*), ma alcune, che raggiungono una notevole profondità, sono vere e proprie voragini. Una, poco al di sotto della Caninhütte, a circa 1820 metri sul mare, è ricordata da G. Marinelli (*Ancora tre giorni*); sembra assai profonda, ma non fu scandagliata. Il quadrante Chiusaforte (1:50 000) segnava un *Pozzo* a 1980 m. sul mare a sud del M. Sart, verso la valle di Resia, e la *grotta Marianna*, a 2072 metri, sotto il Lasca Plagna. L'amico C. Cuoghi mi segnalò un *pozzo con neve* da lui osservato nei lastroni ad ovest del M. Poviz. Brazzà (*Studi alpini*) nomina nel suo elenco di altitudini rilevate in Val Raccolana parecchie grotte:

3 Grotte al principio delle Cengie del Jôf di Montasio, Grotta Fornat, Grotta sotto il Boine alto, Grotta della Semina sotto Cima Verde; credo però si tratti di semplici ripari sotto roccia.

Di tutte queste cavità non saprei per ora dare migliori notizie. In una escursione sull'altipiano del Canin (28-30 settembre 1911) potei studiarne dell'altre che qui descrivo.

Lungo il sentiero da Fontana Barreit al Ricovero Canin, circa all'altezza del Rifugio Brazzà (m. 1700 circa) ad est del Bila Pec è un *Pozzo con neve* (fig. 3.^a) scavato nella dolomia.

Gli strati ivi sono interrotti da una fessura, — una frattura locale con rigetto, — ai due lati della quale pendono in modo diverso. Questa fessura, allargata, ha favorito la formazione



Fig. 3.^a — Pozzo con neve a nord-est del Ric. Brazzà. A, bocca; B, sezione. - Scala 1:500.

della voragine; lungo di essa sono altre cavità meno interessanti. Il pozzo ha la bocca di m. 9×3 , con l'asse maggiore lungo la frattura; è profondo m. 15. Gli ultimi cinque metri sono occupati dalla neve che vi dura perenne.

Al piede del Bila Pec, verso il Colle delle Erbe, è un altro Pozzo (fig. 4.^a), di non grandi dimensioni, aperto negli strati dolomitici suborizzontali. È quasi circolare, profondo m. 4-6, chiuso al fondo da massi. Una fessura impraticabile si adima verso est.

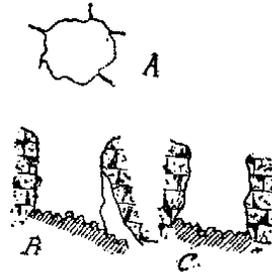


Fig. 4.^a — Pozzo al piede del Bila Pec. A, pianta; B e C, sezioni. - Scala 1: 500.

Non lontana da questo pozzo è una Voragine-fessura (fig. 5.^a), profonda 20 metri, con la bocca di m. 9×3 . Ha l'aspetto caratteristico delle fessure allargate; attraversa con direzione

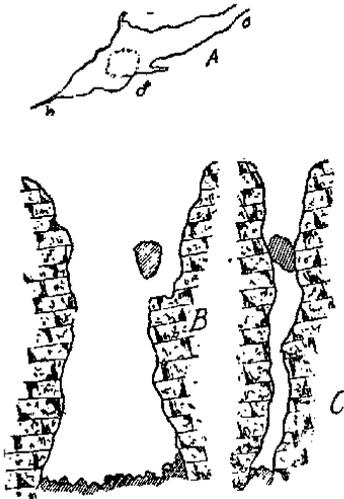


Fig. 5.^a — Voragine-fessura ad ovest del Bila Pec. A, bocca; B e C, sezioni. - Scala 1: 500.

N. 30° O. gli strati dolomitici suborizzontali, le cui testate sporgono a guisa di cornici entro la voragine.

Un po' a sud della precedente è una seconda *Voragine-fessura* (fig. 6.^a) che si apre con due bocche lunghe una decina di metri ciascuna. Una dà su una cavità stretta, profonda m. 10, l'altra su di una seconda cavità, profonda 20 metri. Tanto le bocche che le due voragini, comunicano fra di loro



Fig. 6.^a — *Voragine-fessura ad ovest del Bila Pec.*

A, bocca; B e C, sezioni. - Scala 1:500.

e sono lungo un' unica linea, che è quasi normale a quella della cavità precedentemente descritta. Sulla soglia rocciosa rialzata che unisce il Bila Pec al Cuel des Jarbis, formata dalle superfici degli strati pianeggianti intersecati da un fitto sistema di solcature si aprono numerose fessure, più o meno larghe (da $\frac{1}{2}$ m. a m. 4-8), profonde una ventina di metri, conservanti al fondo la neve.

Una *Voragine* (fig. 7.^a), profonda 28 metri, è ad oriente del Cuel des Jarbis, all'estremità inferiore di un campo solcato. La bocca, lunga una decina di metri, è larga solo 3 metri.

Un'altra *Fessura-voragine* (fig. 8.^a), assai interessante per la sua strettezza (m. 0,50-1) in rapporto alla sua profondità (m. 20), è finalmente al piede dei lastroni rocciosi assai inclinati e benissimo solcati che dalla quota 1989 scendono alla conca chiusa a sud del Cuel des Jarbis (Tavol. M. Canin).

È assai notevole in essa la formazione di lamine rocciose verticali, dirette secondo l'asse principale della bocca, quasi

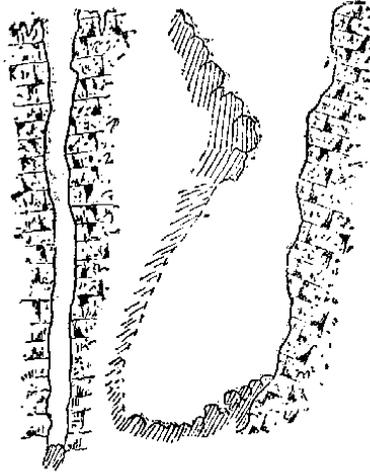


Fig. 7.ª — Voragine ad est del Cuel des Jarbis.
Sezioni verticali. - Scala 1:500.

si trattasse di parecchie fessure parallele allargate isolatamente e fuse assieme.

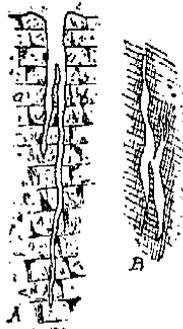


Fig. 8.ª — Voragine sotto i ghiacciai del Canin.
A, sezione verticale; B, sezione orizzontale. - Scala 1:500.

Assai simile nell'insieme, ma diversa nei particolari causa la natura della roccia, alle fessure con neve della soglia fra il Bila Pec e il Cuel des Jarbis, è la *Sfis-cia*, fessura allungata sull'altopiano della Majella sopra a Campodigiove. (De Gasperi, *Majella*).

Di altri pozzi con neve e voragini del Canin, che non potei identificare per mancanza di indicazioni topografiche, parla il B r a z z à nei suoi *Studi alpini*.

Grotta con ghiaccio fra il Foran del Muss e Goriuda (fig. 9.^a). Lungo il sentiero che dal Foran del Muss scende a Goriuda,



Fig. 9.^a — Grotta con ghiaccio sotto il Foran del Muss.

A, sezione; B, pianta. - Scala 1:500.

poco sotto al passo presso la quota 1817, a poco meno di 1800 metri sul mare, a sinistra, è un ampio riparo sotto roccia. Il suolo pende verso l'interno ed è coperto di neve perenne. Al fondo, una volta bassa conduce in una saletta larga circa 8 metri, alta 1 metro. Il suolo è tutto coperto di ghiaccio vivo; verso sinistra sono belle stalattiti e colonne di ghiaccio grosse 10-20 centimetri. A destra, verso il fondo, il piano ghiacciato è in leggero-pendio verso un piccolo cunicolo; sembra che di là abbia sfogo l'eventuale disgelo.

Grotticella di Gniva (Val di Resia). È un cunicolo sorgentifero, a circa 440 m. sul mare, sulla sinistra del Patok di Oseacco, a Sud-est di Gniva. Si apre sotto il grosso banco conglomeratico che forma il terrazzo di Gniva, al contatto fra questo e le argille sabbiose biancastre sottostanti. È lunga una decina di metri, regolare, larga 2-3 metri, alta meno di uno. La volta è formata dalla superficie inferiore del banco conglomeratico, la cavità è scavata tutta nelle argille sabbiose (fig. 10.^a).

La grotticella di Gniva, pur essendo di minima estensione, trovandosi vicino al paese è fra le prime ad esser ricordata (Ciconi, *Udine*, pag. 12; Marinelli G., *Annuario*, pag. 66). Nel mio

Catalogo (pag. 12 dell'estr.), non sapendo della grotta di Gniva, credetti erroneamente che i due autori si riferissero a quella di Barman. Lorenzi (*Foranis*, pag. 28) accenna ad un altro cunicolo

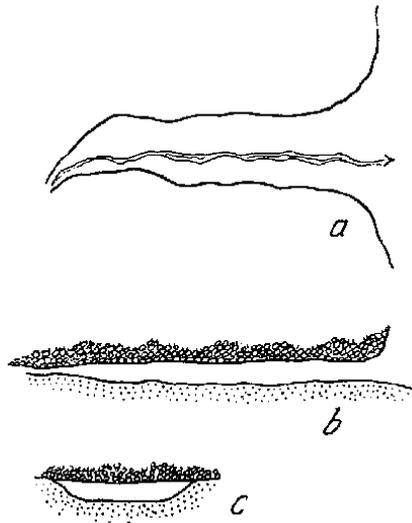


Fig. 10.^a — La grotticella di Gniva.

a, pianta; b e c, sezioni longitudinale e trasversale. — Scala 1:250.

sorgentifero, sulla sinistra del Resia, al confluyente col Barman, che egli chiama « grotta » di Gniva. (Cfr. pure *Visita alla grotta di Gniva*, « Patria del Friuli », 5 agosto 1905). Visitai la grotticella qui descritta il 26 settembre 1912 (Feruglio, *Resia*).

7. *Grotte e voragini delle Prealpi dell'Judrio*. — Quantunque ristretta per superficie, la zona delle Prealpi dell'Judrio è assai ricca di cavità carsiche. La limitano il corso del Natisone, il passo di Staroselo, il Rio Idria, l'Isonzo e il Torre. Una poco estesa area, dalla gola del Pulfero, a nord del Matajur, fino all'Isonzo è di calcari dolomitici della dolomia principale, fasciati da una striscia limitatissima di calcare selcifero giurialiasico. Il cretaceo affiora pure nell'elissoide del Matajur, e viene a giorno nei lembi limitati di Albana, di Salcano e Medea. Del rimanente la regione collinosa e montana è tutta eocenica, con due facies caratteristiche, arenaceo-marnosa e calcarea. È quest'ultima, formata da una brecciola

calcarea saldamente cementata (*pietra piacentina*), che costituisce la zona più ricca di fenomeni carsici.

Grotta Tersiza (fig. 11.^a) si trova a circa 1430 metri sul mare, sotto la cima « la Glava », a meno di un chilometro

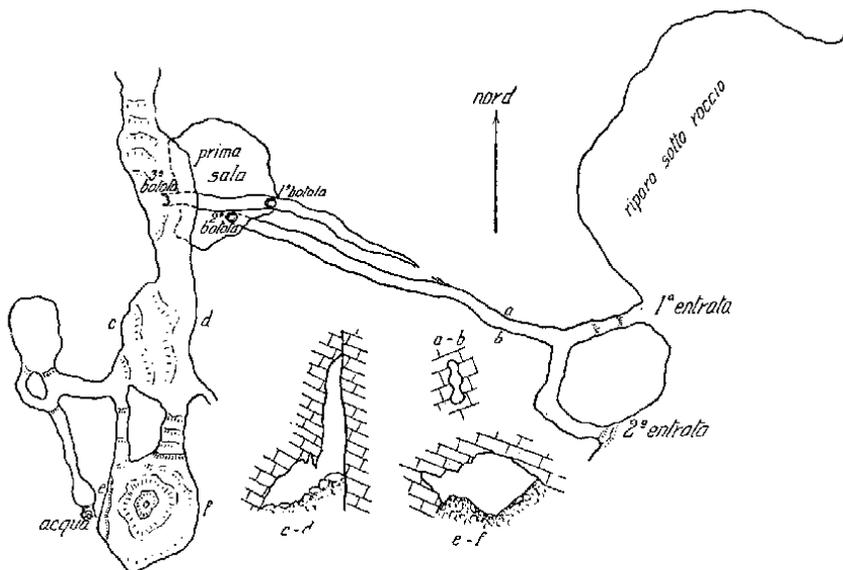


Fig. 11.^a — Grotta Tersiza.
Pianta e sezioni. - Scala 1:500.

e mezzo ad oriente della vetta del Matajur. È scavata in un calcare brecciato, immediatamente soprastante alla scaglia rossa. Vi si entra da due bocche, una aperta sul fondo di un riparo sotto roccia a contatto fra scaglia e calcare, l'altra un po' più alta che sbocca su una parete rocciosa. I due canali si riuniscono subito in uno solo, lungo 22 metri, poco tortuoso, largo 60-80 centimetri, alto 1 metro e mezzo o due, la cui sezione dà un bell'esempio della traccia lasciata dalle acque nel loro abbassamento. Alla fine di questo corridoio una specie di botola irregolare, fra massi di frana, porta ad una saletta di 7-8 metri di diametro, scavata in una lente di marne e arenarie, col suolo ingombro di detriti, alto m. 2-3 sul livello del corridoio d'accesso. Lì vicino, in una rientranza della parete, è un'altra piccola botola, mediante la quale, su-

perando un dislivello di un paio di metri, si raggiunge un canalino che va nella direzione del primo percorso; senonchè il braccio rivolto verso l'esterno si chiude dopo poco, mentre l'altro sbocca, dopo alcuni metri in salita, sul pavimento di un largo corridoio. È questa la parte più importante della grotta: un notevole canale, diretto da nord a sud, che segue una linea di diaclasi negli strati. È percorribile per una trentina di metri: verso nord continua bassissimo, impraticabile; a sud scende in una stanzetta il cui pavimento, di rottami rocciosi, è depresso a mo' di dolina verso il centro. Sotto i materiali di frana si sente un forte rumore di acqua corrente; si tratta certo dell'acqua che sbocca alla sorgente Tèrsiza, posta al contatto fra la scaglia rossa e il calcare, una settantina di metri più a sud della grotta. Nella morfologia della Tèrsiza è notevole la mancanza di collegamento fra i vari tratti della grotta; il corridoio d'ingresso, la prima saletta ed il canale finale comunicano tra loro per fori, per così dire, accidentali e non è affatto visibile una relazione fra di loro.

La *Tèrsiza*, rammentata per la prima volta da O. Marinelli (*Matajur*) e poi dal Trinco (*Guida*, pag. 662) fu esplorata dapprima dai soci Micheletto, Mondaini e Piacentini; il rilievo fu eseguito il 24 luglio 1913 da me, con E. Feruglio e G. Mondaini.

La *Zlodieva-Jama* (*Buco del diavolo*) si apre nel calcare compatto, cretaceo, sottostante alla scaglia rossa, a 1330 m. sul mare, circa 500 metri ad oriente della Glava (fig. 12.^a). È una grande dolina inghiottitoio, evidentemente di sprofondamento, entro la quale si trovano due cavità. Una, di sbocco, inattiva, lunga una diecina di metri, con andamento orizzontale, si apre presso l'orlo orientale della dolina; l'altra, che fa da inghiottitoio, si adima nel punto più profondo, sotto forma di una larga stanza a cupola, col suolo ingombro di rottami di roccia, in pendio continuante quello, della stessa natura, che forma il fondo della dolina; nel punto estremo è un camino ascendente, da cui cola acqua. Le due cavità dovettero essere in comunicazione diretta fra loro; ma il crollo della volta nel tratto di galleria che le univa le separò e diede origine alla dolina di sprofondamento. I rottami del-

l'antica volta formano il piano della dolina e dell'inghiottitoio, e nascondono eventuali gallerie più interne.

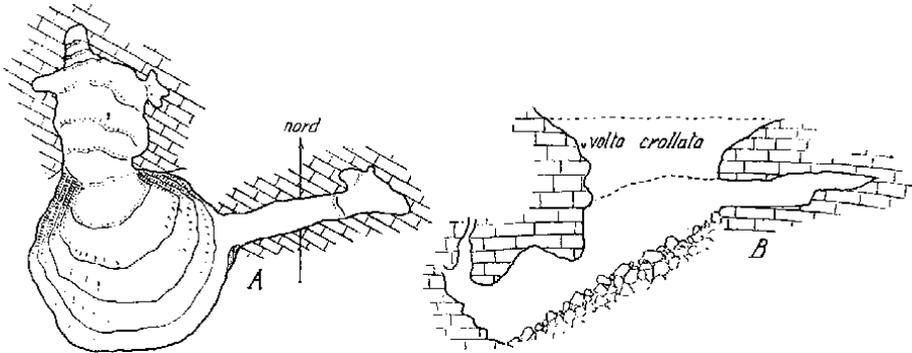


Fig. 12.ª — Il buco del Diavolo.
A, pianta; B, sezione. - Scala 1:500.

Voragine-grotta presso C. Glava (fig. 13.ª). Circa 1 chilometro ad est della cima del Matajur, verso i 1400 metri sul

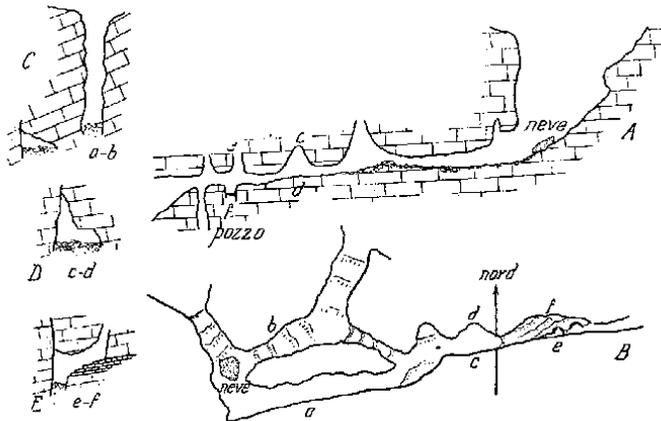


Fig. 13.ª — Voragine-grotta presso C. Glava.
A, sezione longitudinale; B, pianta; C, D, E, sezioni trasversali. - Scala 1:1000.

mare, all'estremità orientale di una zona rocciosa ricca di disordinate solcature carsiche aprirsi una voragine-grotta notevole per varie cause. Il fondo del primo imbuto è a 19 metri dalla superficie, e si raggiunge abbastanza agevolmente per un corridoio scoperto, un ampio solco carsico, a ripido

pendio. Il punto che sta sotto la bocca della voragine è occupato da una gran massa di neve che si conserva tutto l'anno; tre metri più in basso, sotto una rientranza, ove la neve non può cadere direttamente dall'esterno, è una piccola chiazza di ghiaccio solido, formato da stillicidio congelato. Dal punto più fondo, verso est, va una galleria bassa, la cui parete sud è formata da una superficie di frattura levigata, mentre il soffitto è dato dalla superficie inferiore di uno strato. Dopo un restringimento del corridoio si esce in una saletta che un cunicolo laterale fa comunicare col canale di discesa nella grotta. Più avanti è un'altra stanza e quindi il corridoio assume l'aspetto di una fessura sviluppata lungo la diaclasi.

In questo punto meglio che mai si vede che la diaclasi è una frattura con rigetto, perchè mentre la parete sud del corridoio è formata da una superficie levigata, tutta calcarea, sulla parete opposta compare un banco di arenarie.

Non è possibile proseguire più oltre, perchè il piano della grotta si sprofonda ad un tratto secondo la fessura; sul fondo si sente un forte rumore d'acqua corrente; i sassi gettati, cadono dopo un certo tempo, con sordo tonfo, nell'acqua.

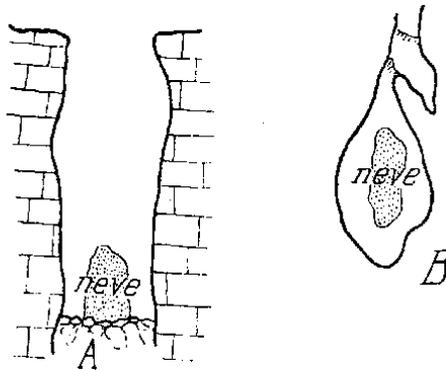


Fig. 14.^a — Pozzo con neve presso C. Glava.
A. sezione verticale; B, pianta. - Scala 1 : 250.

Venti o trenta metri più in alto della bocca della voragine, lungo lo stesso pendio verso C. Glava è un altro *pozzo con neve*, a sezione ovale, regolare, fondo 8-9 metri (fig. 14.^b).

La Ta-pot-celan Jama (fig. 15.^a). Si apre a 475 m. sul mare, lungo il sentiero che dal ponte di Rante conduce a Tercimonte (Savogna), nelle breccie calcaree dell' eocene, alternanti con marne. L'ingresso è da una specie di foro circolare, alla base di una parete (*ta-pot-celan* = sotto il dirupo)

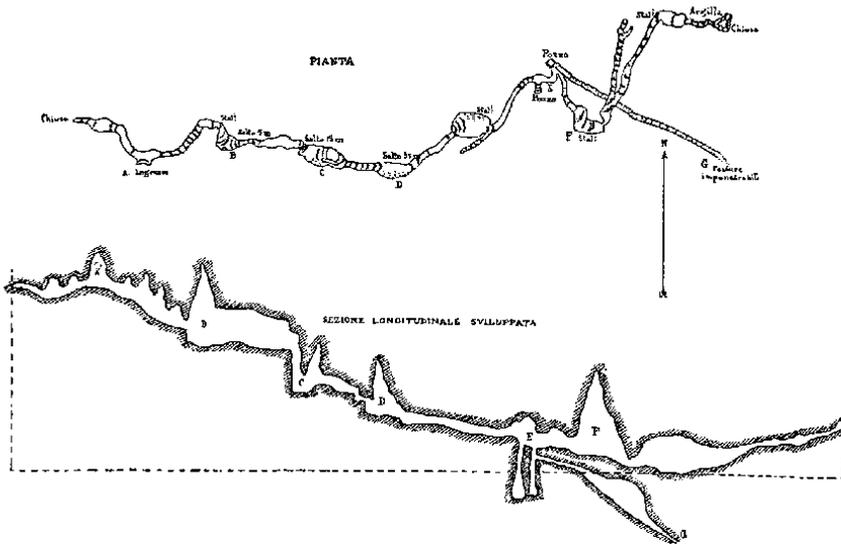


Fig. 15.^a — La grotta Ta-pot-celan.
Scala 1:2000.

alta una trentina di metri. Dal foro d'accesso, superando un salto di quattro metri si cala al fondo di un corridoio ricoperto da detriti e resti di carogne d'animali. Verso ovest il corridoio continua in leggera salita e termina dopo 40 metri chiuso da terreno vegetale proveniente dall'esterno per mezzo di un camino ascendente. Verso est il corridoio, assai stretto, è interrotto dopo 14 metri da un salto di 5 m., che conduce in una saletta. Da questa, nella stessa direzione, va una fessura, la quale, dopo un percorso di 21 metri, è troncata da un nuovo salto di dodici metri, verticale, con pareti levigate, del diametro di 4-5 m. Segue un corridoio che conduce ad una saletta, e quindi ad una sala più grande. Dopo di questa si trovano due pozzi, a bottiglia, profondi 12 e 14 metri. Dal secondo si stacca uno stretto corridoio praticabile per

circa 20 metri. Dopo i pozzi è una sala altissima e quindi una biforcazione e due corridoi ben presto chiusi. In quest'ultima parte è abbondante il limo. Le sale hanno la volta assai alta ed a cupola o imbuto rovesciato.

La grotta *Ta-pot-celan* fu esplorata in cinque riprese dai soci del Circolo speleologico, che ne rilevarono la pianta (Feruglio G., *Ta-pot-celan*; Lazzarini, *Sprofondamento*, pag. 7-9; Marinelli O., *Guida*, pag. 665-668).

La *Velika Jama* (fig. 16.^a). È aperta a 372 m. sul mare, nella montagna di Tercimonte, presso il ponte di Rante, in comune di Savogna. Dal lato fisico presenta scarso interesse.

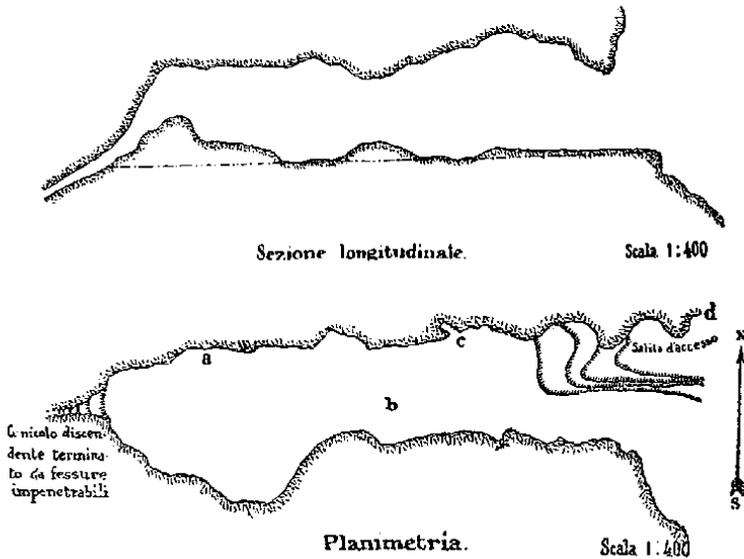


Fig. 16.^a — La *Velika Jama*.

È profonda 32 m., larga 5-8 m., alta al massimo 6. È scavata totalmente nella solita brecciola calcarea dell'eocene; il suolo è ricoperto di un grosso strato di terriccio nerastro, in piani alternanti con croste stalagmitiche. Sembra che la grotta fosse un antico sbocco di un corso d'acqua, e che attualmente, seguendo questo una via più profonda, il terriccio di riempimento ne chiuda la parte più interna. Scavi ese-

guiti nella grotta diedero buon materiale paleontologico e paleontologico: di esso sarà detto a suo tempo.

Della *Velika Jama* il Musoni ha trattato specialmente in riguardo ai trovamenti paleontologici (Musoni, *Velika*), e ne ha data una descrizione. Dal Regàlia, da Gortani e da Fabiani furono poi studiati i resti animali rinvenuti negli scavi.

La Mala-pez e la Pot-Figouzo. Non lungi dalle due ora descritte sono le grotte *Mala-Pez* e *Pot-Figouzo*, di piccole dimensioni ma, specialmente la seconda, di una certa importanza per i resti umani e di mammiferi scavativi.

La *Mala-Pez* (nome sloveno significante « forno piccolo ») è segnata col nome di Permalpec sulla tav. Rodda. S'apre a m. 328 sul mare sulla destra del torr. Rieca, nella brecchia calcarea eocenica. La bocca, larga m. 5, alta m. 4, dà adito ad un canale lungo m. 14, diretto a NO. Parallelamente a questo è un canale più angusto, lungo m. 11; i due comunicano mediante una piccola apertura ogivale (fig. 17.^a).

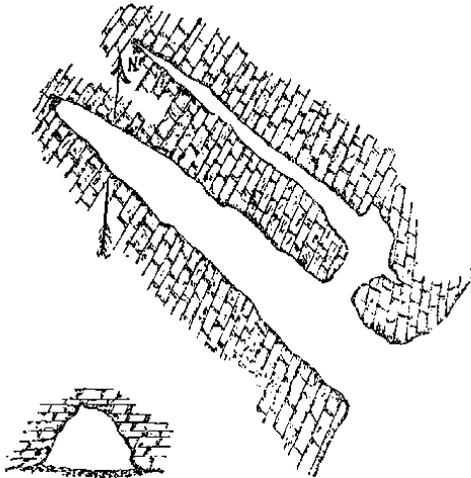


Fig. 17.^a — La Mala-Pez.
Pianta e sezione trasversale dell'ingresso. - Scala 1:250.

La *Pot-Figouzo* (sotto il fico) si apre in un conglomerato calcareo alquanto più a monte, sempre sulla destra del torrente Rieca a 369 m. sul mare. È lunga una quindicina di

metri in tutto. Dovette avere maggiore importanza prima che i depositi incrostanti la ostruissero. Scavando nel terriccio del fondo, il 20 aprile 1913, trovammo ossa d'animali e carboni.

La *Mala-pez* fu citata dal Musoni (*Velika*) e dal Trinko (*Guida*); fu visitata il 7 gennaio 1913 da E. Feruglio (*Mala Pec*).

Della *Pot-Figouzo* diede notizia il Trinko (*Guida*, pag. 669). La visitai coi colleghi E. Feruglio e G. Piacentini il 20 aprile 1913 (Piacentini, *Pot-Figouzo*, « *Ta-Pot-Figouzo* »).

Rupa Cerconizza (fig. 18.^a). È una piccola voragine, a circa 300 metri sul mare, in vicinanza delle case di Altovizza nella

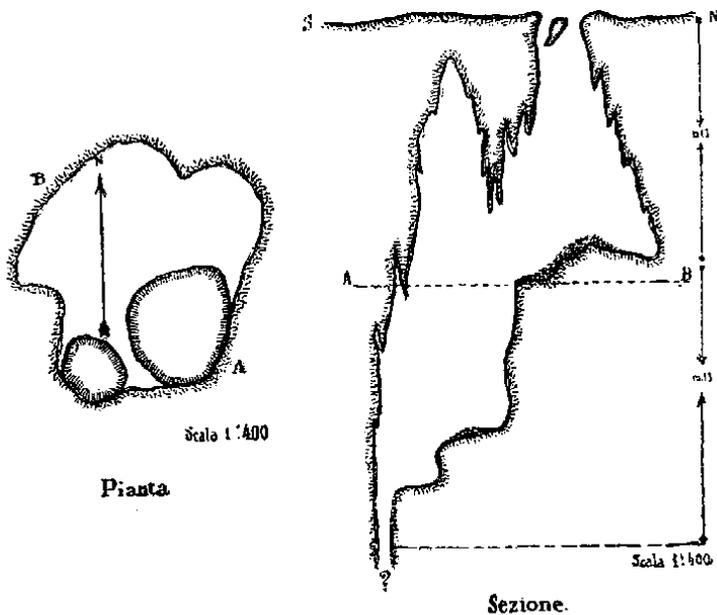


Fig. 18.^a — *Rupa Cerconizza*.

valle dell'Aborna. È scavata nella brecciola calcarea dell'eocene. Si apre con due stretti pertugi e discende da prima a campana per 13 metri. Il piano del fondo, inclinato verso sud e ricoperto di detriti e materie estranee cadute dalla bocca, misura m. 8×7 circa. Nel punto più basso del ripiano

si aprono due pozzi, che comunicano tra loro, 8 metri più in basso, per mezzo di una fessura; il pozzo più orientale è più fondo ed è ostruito da massi franati.

Al di sopra dei due pozzi paralleli, accanto alla voragine di discesa, si osserva verso l'alto una specie di cupola, la cui sommità si trova separata da un sottile diaframma dalla superficie del suolo; onde non sarebbe difficile un franamento che rendesse accessibile direttamente questa cavità.

La *Rupa Cerconizza* fu esplorata per cura del Circolo Speleologico Friulano il 5 aprile 1904. Ne parlò, paragonandola allo « *Sciale d'Elise* » descritto da Decombaz, il Lazzarini (*Cerconizza*). — Si veda pure Marinelli O. (*Guida*, pag. 658).

Ciastita Jama (fig. 19.^a). Si apre con due bocche a 173 e 176 m. sul mare, sulla sinistra del torrente Alberone, di

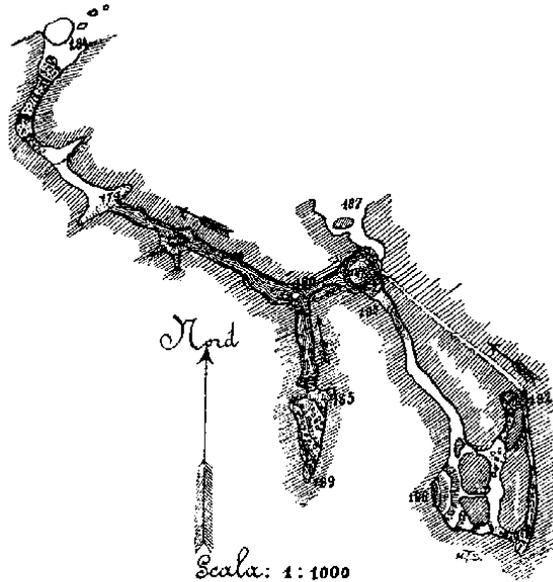


Fig. 19.^a — *Ciastita Jama*.

fronte alla borgata di Clenia. Le due aperture sono ad una quarantina di metri l'una dall'altra. Entrando dalla più bassa, a 30 metri dall'ingresso, si incontra un ruscello pro-

veniente dall'interno; risalendolo, a 60 metri dall'esterno si trova un bivio. Il cunicolo proveniente da est è strettissimo, ma da esso arriva il ruscello; l'altro canale, diretto a sud, in salita, termina a 85 m. dall'ingresso. Entrando dalla bocca superiore, dopo breve tratto si incontra un pozzo profondo circa 5 metri, sormontato da una cupola con stalattiti; sul fondo del pozzo, da est verso ovest passa il ruscello che entra poi nell'altra galleria.

Girando il pozzo si rimonta una galleria asciutta, diretta a sud che, verso il fondo, mediante cunicoli, comunica con un'altra galleria più breve, e questa, a sua volta, con un cunicolo strettissimo ove si ritrova il ruscello.

Le acque del ruscello escono all'aperto per una sorgente, che sgorga sotto la grotta, a 160 metri sul mare. In tempi di piena le acque eccedenti escono dalla bocca superiore.

La *Ciastita Jama* (Grotta sacra), fu esplorata dal Circolo Speleologico nel 1898 (Lazzarini, *Due Grotte*). Erroneamente si ritenne che la bocca superiore fosse, dai terrazzani, chiamata *Jama Podronch*, cavità invece ben distinta, che sarà ora descritta.

La *Ciastita* fu visitata di nuovo nel settembre 1905 per studiarne il regime idrologico, in vista della costruzione dell'acquedotto per la borgata di Azzida (Lazzarini, *Ciastita*). Vedi pure Marinelli O. (*Guida*, pag. 657-658).

Grotta Pod-Ronch (fig. 20.^a). Si trova a m. 170 sul mare, presso Tarpezzo, alla sinistra del torrente Alberone nella lo-

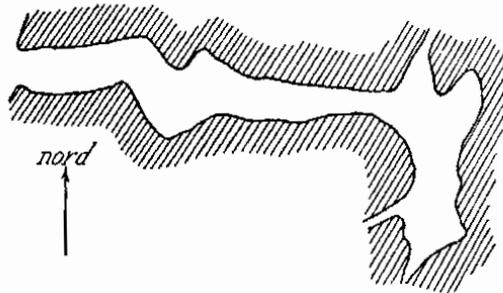


Fig. 20.^a — **Grotta Pod-Ronch.**

Pianta. - Scala 1:500.

calità detta *Pod-Ronch* (sotto il ronco = pendio coltivato). È scavata nel conglomerato pseudo-cretaceo. La bocca alta poco

più d'un metro, larga altrettanto, dà in un canale rettilineo lungo circa 14 metri; questo poi si biforca in due cunicoli; quello verso sud si biforca poi di nuovo. La lunghezza totale è di m. 20.

Dalla Pod-Ronch escono, dopo le piogge, le acque assorbite dalle doline dei pendii soprastanti.

Della Pod-Ronch fa cenno F. Musoni (*Voragine-grotta*) che la mette in relazione con una *voragine* aperta nei prati sopra la grotta. La visita e il rilievo furono compiuti da E. Feruglio (*Pod-Ronch*) il 14 marzo 1913.

Grotta presso S. Pietro al Natisone (fig. 21.^a). Qualche centinaio di metri a monte di S. Pietro, nel solco profondo che il Natisone s'è scavato nei conglomerati quaternari, nella località « Toberna », a poco più d'un metro sul filone del fiume si apre una grotticella. È scavata tutta nei conglomerati quaternari, ed è praticabile per 24 metri. È percorsa da un ruscello della portata di qualche decina di litri al secondo, più abbondante dopo le piogge, completamente asciutto nelle magre.

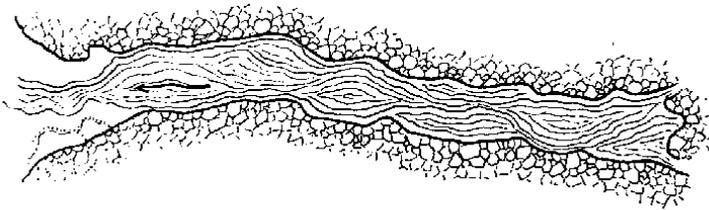


Fig. 21.^a — Grotta presso S. Pietro al Natisone.
Pianta. - Scala 1:250.

Si dice che nella campagna ad oriente della grotta, sul terrazzo conglomeratico, esistesse un tempo una *voragine*, probabilmente in relazione con la grotta; ora fu colmata artificialmente.

Visitai la cavità il 23 marzo ed il 20 agosto 1910; tutte e due le volte trovai il ruscello in piena attività (De Gasperi, *Grotta presso S. Pietro*).

Grotta Velenizza (fig. 22.^a). Si apre alla destra del Rio Borusciah, presso la borgata di Zamier, a 230 m. sul mare. È scavata nel calcare brecciato eocenico; all'ingresso il pavi-

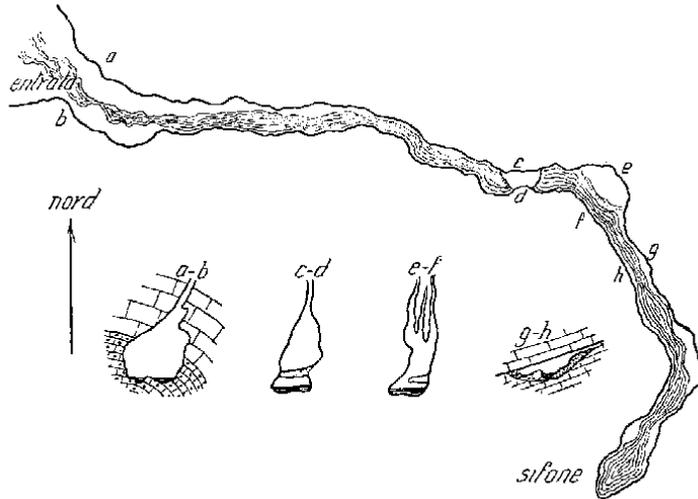


Fig. 22.^a — **Grotta Velenizza.**
Pianta e sezioni trasversali. - Scala 1:500.

mento è formato di marne alternanti con conglomerato pseudocretaceo. Dalla grotta esce un ruscello, perenne, della portata di una diecina di litri in tempi normali; non molto variabile nelle piene.

Il corridoio è largo da due a tre metri; abbastanza alto nei primi 35 metri, poi basso per una dozzina di metri, ove la volta è formata dalla superficie di uno strato. A circa 50 metri dall'ingresso l'acqua forma sifone.

La *Velenizza* è praticabile all'asciutto per i primi 16 m. e fin là fu esplorata, nel 28 marzo 1913, da E. Feruglio e F. Musoni (*Velenizza*); ne compii l'esplorazione e ne feci il rilievo il 23 luglio 1913 assieme allo stesso Feruglio (*Velenizza*).

Rupa Za-krasije (fig. 23.^a). Si trova sulla sinistra dell'Erbezzo, di fronte a Merso di sotto, a 269 metri di altitudine, a circa 132 sul filone della valle. È profonda m. 43,50

e si presenta come un pozzo verticale, allargantesi verso il basso.

La bocca ha il diametro di un paio di metri; il fondo raggiunge le dimensioni di m. 3×8 . Lateralmente al fondo, nella parete, è una spaccatura verticale, che comunica con un breve cunicolo con due camini risalenti parallelamente al pozzo principale. Sul fondo il solito cumolo di detriti.

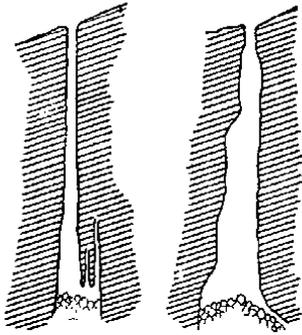


Fig. 23.^a — Rupa Za-krasije.
Sezioni verticali. - Scala 1:500.

Una cinquantina di metri più in basso della bocca della Za-krasije, verso l'Osliza, si apre una seconda voragine per la quale lo scandaglio segnò la profondità di m. 24.

La *Za-krasije* fu esplorata due volte dal Circolo Speleologico; la prima l'11 aprile 1907 (Musoni, *Due voragini*), la seconda il 9 febbraio 1908 (Bubba, *Fenomeni carsici*). In questa occasione ne fu rilevata la pianta.

La *tane de volp di Borgnano* (fig. 24.^a). È una piccola grotticella, aperta a m. 63 sul mare, sotto la chiesuola di S. Fosca

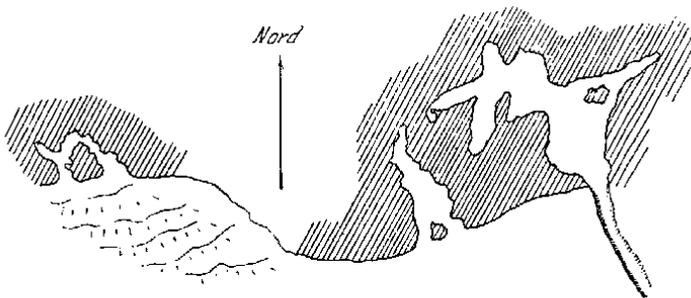


Fig. 24.^a — La tane de volp di Borgnano.
Pianta. - Scala 1:1000.

presso Borgnano di Medea. Merita ricordarla unicamente per le interessanti incrostazioni tinte di un bel colore rosa, gra-

zie a infiltrazioni dei sovrastanti terreni ricchi di sali di ferro.

Varie leggende ricordano una grotta vastissima nel monte di Medea. Alla sua esistenza fa cenno il Ciconi (*Udine*, pag. 12) e, in occasione della sua riscoperta, ne parlarono a lungo il « Corriere di Gorizia » (*Scoperta di una grotta. La grotta rosea di Borgnano*, anno XII, 1894, n. 33-37) e vari altri giornali, ingigantendo le notizie. Dopo una visita, compiuta il 6 febbraio 1898, il Lazzarini diede la descrizione e la pianta della grotticella e delle due minori cavità che le stanno vicine (*Borgnano*).

Altre grotte e voragini delle Prealpi del Judrio. — Numerose altre grotte mi vennero segnalate nella regione considerata in questo paragrafo, ma di esse ho soltanto notizie incomplete, per cui devò limitarmi a farne una specie di elenco, con la speranza di potere, coll' aiuto dei colleghi del Circolo Speleologico, condurre a termine anche la loro esplorazione. Presso la cima del Matajur è una *rupa* (voragine), ed un pozzo con neve detto *Zarazuorien* trovasi sul versante settentrionale del monte. Presso Mersino, tra i casoni *Ta-za-cel* e *Ta-za-tlako*, il Musoni (*Mersino*) segnalò tre voragini: la *Sesna Jama*, la *Jvanovna Jama* ed un' altra senza nome speciale.

Nei dintorni di Tercimonte di Savogna sono due piccole voragini a bottiglia, profonde una quindicina di metri.

Lazzarini (*Cerconizza*) cita nei dintorni della *Rupa Cerconizza* la *Prapotza Rupa*, voragine di 11 m. di profondità, ed una piccola grotticella, la *Sterniak Jama*.

Musoni (*Grandi doline*) fa cenno ancora di una voragine di circa 15 m. presso C. Zuppel, e in un altro scritto (*Voragine-grotta*) ne nomina un' altra presso Tarpezzo, profonda una decina di metri.

Quantunque debba trovarsi vicino a quest' ultima, non credo debba andar confusa con essa quella, pure fonda 10 metri, citata da E. Feruglio (*Valle dell' Alberone*).

Pure in val di Savogna si citano ancora la *voragine* di Cocevaro, un' altra, che forse va identificata con qualcuna di quelle già elencate, in località *Tamorziach* fra Tarpezzo e Clastra, e nel Carcos, dosso culminante col M. S. Giorgio, in

comune di Savogna, due grotte presso Pechinie ed una vicino a Jeronizza, detta della *Krivopeta*. La *Ciastita Zené*, che elencavo nel mio *Catalogo*, è un riparo sotto roccia di nessun conto. Fra Ponteacco e Sorzento, nella località Velika Senazet, a 265 m. sul mare Musoni (*Una voragine nel conglomerato*) scandagliò una voragine profonda m. 28, scavata nel conglomerato pseudocretaceo.

Nel 1898 alcuni soci del C. S. visitarono una *rupa* (voragine) profonda 9 m., sita sul M. Roba presso S. Pietro al Natisone. Di tale visita non abbiamo che la notizia sui giornali cittadini dell'epoca (A. C., *Escursione*). Ho potuto ri-

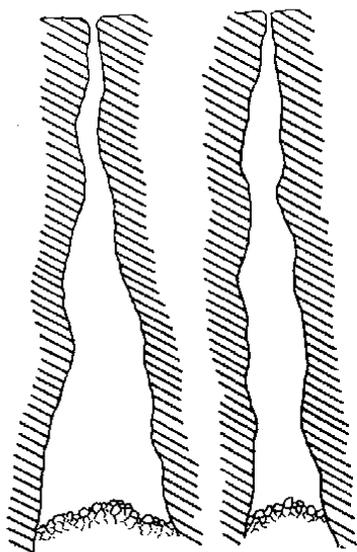


Fig. 25.^a — Voragine di Purgessimo.
Sezioni verticali. - Scala 1 : 500.

levare lo schizzo qui unito (figura 25.^a) della *voragine di Purgessimo* che si apre in fondo all'insenatura di Purgessimo, in quel di Cividale, nei calcari marnosi plumbei. La bocca è assai stretta, ma la cavità si allarga a bottiglia verso il basso; è profonda 32 metri. (De Gasperi, *Dintorni di Cividale*; Marinelli O., *Guida*, p. 611).

Nel bacino di Drenchia e Topolò mi furono segnalate altre 6 grotte. Una, dalla quale esce acqua, è fra Trusgne e Arbida; una seconda, sopra ad una sorgente, fra Cras e Paciuch; una terza fra S. Maria e Lase; una quarta sotto la chiesa di S. Maria, verso Topolò; una quinta presso Ravne sotto il M. Cuk; l'ultima presso Topolò.

Sul M. Hum, a 771 metri d'altitudine, si apre una voragine celebre nei dintorni e ritenuta profondissima. Un primo ripiano è a 13 metri dalla superficie; non fu possibile scandagliarla più oltre (Musoni, *M. Hum*).

Nei bacini dell'Erbezzo e dell'alto Judrio E. Feruglio (*Erbezzo e alto Judrio*) raccolse notizie di altre cavità. Visitò

una voragine, ora profonda metri nove, in parte distrutta dai lavori per una cava di calcare eocenico. Una seconda voragine, detta *Naklanzi*, è presso Tribil di sotto, nella R. Naluizza, lungo la strada che conduce a Melina. Una terza presso il paese di Covacevizza, in un prato di proprietà del signor Bordòn Giovanni. Un'altra presso la borgata di Codromaz, non lungi dalle case Cekenèl, detta *Cekenèl di Codromaz*. Un'altra ancora fra Cravero e la chiesa di S. Andrea. Finalmente una grotta con sorgente perenne si aprirebbe vicino al villaggio di Clinaz, 200 m. circa dal molino di Clinaz sulla sinistra del Judrio.

Una grande grotta, detta *Drinouza* è in località Podmejàr presso Podgora.

La *Buse dal Diaul* presso Castel del Monte di Cividale è una voragine poco importante, profonda 15 metri, con un allargamento al fondo (Desio, *Buse dal Diaul*).

Darò termine infine a questo elenco citando la voragine, a quanto pare assai profonda, segnalata fra Obborza e S. Nicolò (Musoni F., *Jainich*).

8. *Grotte e voragini delle Prealpi del Torre* (1). — Le Prealpi del Torre, per la loro posizione vicino alla città, per la facilità delle comunicazioni e dei trasporti, formano la regione meglio studiata nei riguardi speleologici. Delle cavità carsiche di cui si ebbe notizia, ben poche rimasero fin ora inesplorate; alcune, esplorate parzialmente, non furono, per così dire, esaurite, per difficoltà tecniche (Viganti). Comunque la varietà dei tipi litologici, la prevalenza dei calcari, la morfologia ad altipiano di tutta la zona submontana, lasciano sperare che più accurate ricerche arricchiranno le nostre conoscenze sull'idrografia sotterranea di questa zona.

Le Prealpi del Torre sono separate dalle Alpi Giulie e dalle Prealpi del Judrio mediante il corso del Resia e del Barman, dalla sella di Carnizza, dal R. Uceca, dal fiume Isonzo, dall'Idria, dal passo di Staroselo e dal corso del Natisone.

(1) Considero a parte, nel paragrafo che segue, l'altipiano carsico del Bernadia che, per la ricchezza di fenomeni e per il loro interesse, merita speciale trattazione.

Verso occidente sono limitate dal corso del Fella e del Tagliamento, dal campo di Osoppo, dal piede dei colli di Artegna, Magnano e Tarcento e quindi dal corso del Torre.

La zona delle catene prealpine, a nord della linea da Montenars a Staroselo è costituita da terreni triasici e giuresi, rappresentati rispettivamente dai calcari dolomitici e calcari selciferi. La zona submontana è quasi totalmente eocenica, eccetto nell'altipiano Stella-Bernadia-Montediprato, costituito da un ellissoide cretaceo (calcareo) e nel gruppo del M. Mia, — che fa parte dell'ellissoide del Matajur, — ove vengono a giorno i calcari dolomitici, il selcifero e la creta. L'eocene della zona submontana è in forte prevalenza a facies calcarea (brecciola « piasentina »); i colli pedemontani sono invece a facies marnosa. I terreni più ricchi di cavità carsiche sono quelli eocenici a facies calcarea; i cretacei sono pure ben provvisti, data la loro poca estensione; quelli triasici e giuresi hanno un piccolo numero di grotte e voragini, ma abbondano in fenomeni carsici superficiali, specie nella regione alpina, sopra ai limiti del bosco, sul versante settentrionale delle catene Plauris-Musi e Ciampon-Stol.

Grotta di Barmàn (fig. 26.^a). Si apre a 646 m. sul mare, sulla sinistra del Barmàn, poco a valle del Fontanone, nel calcare dolomitico della dolomia principale. La bocca è stretta e lunga, scavata nello spessore di uno strato in modo che la superficie inferiore di un altro strato è volta della galleria. Gli strati sono diretti da E ad O e inclinati 40° a nord. Dall'ingresso la galleria procede uniforme per 30 metri, presentandosi in sezione come una fessura inclinata nel senso della stratificazione. Poi, quasi normale ad essa, si trova un'altra galleria di tipo affatto diverso, scavata lungo una diaclasi verticale.

Verso nord essa procede per 15 metri, non più larga di 1 metro, alta 8 o 10. In fondo, scalando una parete a picco di 4 metri si giunge ad un piccolo ripiano sulla volta del quale si stacca un camino ascendente obliquamente nello spessore di uno strato, proprio sopra la galleria prima percorsa. Esso deve comunicare con l'esterno, perchè alla sua base sono detriti vegetali (tronchi e rami).

Verso sud la galleria prosegue nella stessa direzione per 36 metri; la volta è più o meno alta; lungo il suo asse si osserva sempre la diaclasi direttrice che in due punti è allargata da due camini verticali a sezione ellittica; a destra si staccano due brevi cunicoli scavati lungo gli strati; il suolo, dopo breve discesa, è in salita, e coperto di ciottoli rotolati e qua e là da breccie staccate dalle pareti.

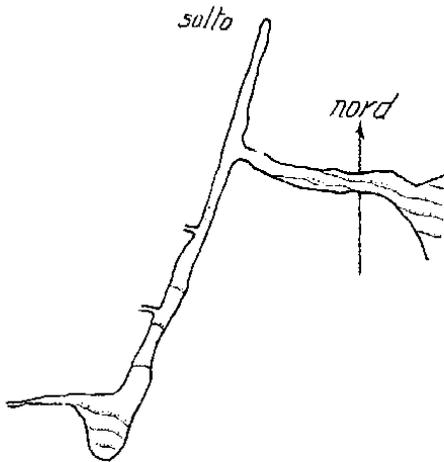


Fig. 26.^a — Grotta di Barmàn.
Pianta. - Scala 1:1000.

Alla fine il canale sbocca in un ambiente abbastanza vasto ove s'incrociano due corridoi: uno in continuazione del precedente lungo la diaclasi è chiuso da materiali arrotondati; l'altro, proveniente da ovest, seguente gli strati, si restringe in breve in una fessura obliqua impenetrabile.

Il 26 settembre 1912 da questa fessura proveniva dell'acqua che seguiva la galleria lungo la diaclasi fino quasi all'incontro del corridoio d'ingresso, sempre invisibile però, perchè scorreva sotto i massi e i detriti. Nel punto d'incontro del corridoio d'ingresso con la diaclasi, dall'alto, cadeva un getto d'acqua (6°,8; aria 6°,7) che, perdendosi fra i detriti andava a raggiungere il corso principale. Il tempo era piovoso; non so se la corrente sia perenne. Lungo il Barmàn non ne

trovai lo sbocco, essendo ivi un accumulamento enorme di massi fra i quali deve scomparire l'acqua.

Poco più in alto di questa grotta, sullo stesso fianco della montagna, più a sud, è la *Grotticella di Barmàn* (fig. 27.^a), pic-

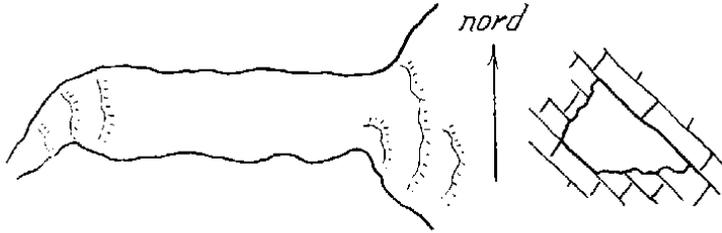


Fig. 27.^a — *Grotticella di Barmàn*.

Pianta e sezione trasversale dell'ingresso. - Scala 1:500.

cola cavità, diretta da est ad ovest, scavata lungo gli strati della dolomia principale. Dovette esser più grande; è ostruita da ciottoli arrotondati.

La grotta di Barmàn era stata visitata una sola volta da R. Cossattini ed A. Lazzarini il 24 settembre 1906 (*Barmàn*). Ne completai l'esplorazione ed eseguii il rilievo il 26 settembre 1912 con l'aiuto dell'amico E. Feruglio (*Feruglio E., Resia*).

Il fontanon di Barmàn (fig. 28.^a) che scaturisce a 753 metri sul mare poco più in alto delle due grotte qui descritte è un'altra delle potentissime sorgenti della dolomia, del tipo di quelle già studiate, di Goriuda e dei Piani in Val Raccolana e dell'altra del Toff in Val Tramontina della quale diremo più avanti. Il bacino di raccoglimento del Fontanon è dato dalle soprastanti conche del Musi, a scolo non ben determinato. L'acqua esce fra i sassi, senza aperture accessibili e forma una serie di bellissime cascate lungo alcuni lastroni assai inclinati. È notevole che, in tempi di piena, oltre lo sbocco principale del Fontanon sono in azione anche sorgenti ad un livello più basso.

Vedremo poi come si possa spiegare un fenomeno così anormale. Lungo il corso dell'acqua di queste sorgenti, sul pendio erto dei lastroni, si osservano dei caratteristici solchi incavati nella roccia, larghi 20-30 centimetri, profondi fino 50-60 cen-

timetri, interrotti da piccole marmitte, da ravvicinarsi come tipo ai solchi carsici dei campi solcati.

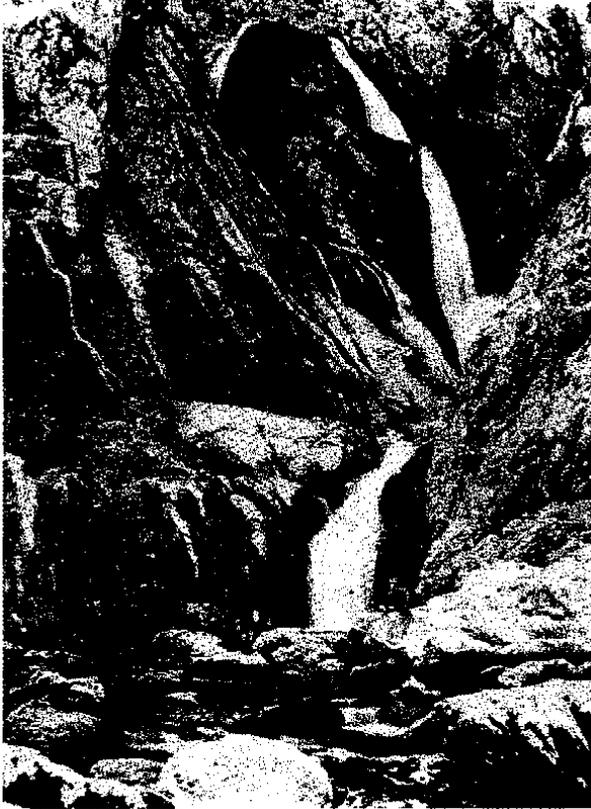


Fig. 28.^a — Il fontanone di Barman.

La grotta di Robic (fig. 29.^a). Trovasi a 254 m. sul mare, sulla destra del Natisone, sotto la rupe di San Ilario, presso Robic. È scavata nella dolomia infraraibliana, con gli strati diretti da NE a SO, inclinati 40-50° verso NO. La galleria è ampia e alta; la grotta scende verso l'interno ove presenta poche ramificazioni ascendenti. Il suolo è quasi ovunque ricoperto di limo e materiale minuto, misto a resti abbondanti di stoviglie preistoriche.

Fino dal 1890 la grotta di Robic fu esplorata dal dott. C. Marchesetti (F. Isonzo) che vi fece specialmente ricerche dei resti

neolitici onde la grotta abbonda. Poi fu visitata dal Tellini (*Peregrinazioni*, 1899, pag. 36-38) che ne rilevò la pianta e ne diede accurata descrizione. Io visitai la grotta l'8 settembre 1908 (De Gasperi, *Robic*). Si veda pure Marinelli (O.), *Guida*, pag. 646.

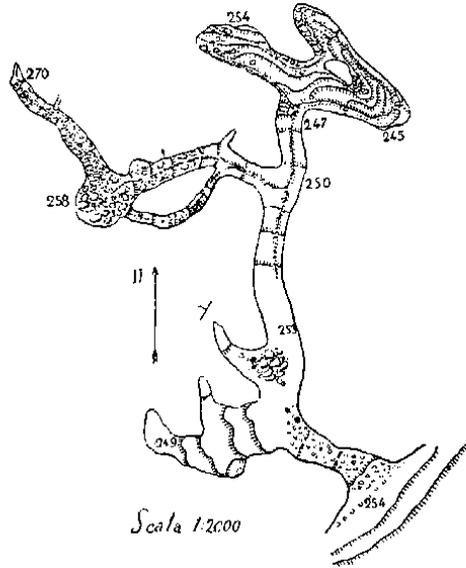


Fig. 29.^a — Grotta di Robic.
Pianta.

La *grotticella di Tanadjamo* (= sopra la grotta) si apre a 635 metri sul mare, pochi passi ad E delle Malghe Tampariam (= presso la grotta), sul declivio SO del M. Mia. Il corridoio principale, lungo una sessantina di metri, corre da sud-sud-ovest a nord-nord-est, parallelamente agli strati di calcare cretaceo in cui è scavata la grotta. Il suolo è in salita verso l'interno. Il corridoio, unico fin verso la metà del percorso, si divide poi in cunicoli secondari sempre più stretti. Ad una ventina di metri dalla bocca, da un tronco d'albero scavato sgocciola poca acqua (fig. 30.^a).

La *grotticella di Podjamo*, poco lungi dalla precedente, a 585 metri sul mare, verso le case di Pradolino, consta di una ampia stanza quasi circolare col diametro di una dozzina di

metri, aperta verso l'esterno con una arcata alta nel mezzo circa 8 metri. Di fronte all'ingresso si apre un cunicolo, in assai forte salita, incrostato, lungo una dozzina di metri e percorso da un ruscello (fig. 31.^a).

Le grotticelle del Mia furono esplorate in una escursione sociale del Circolo Speleologico, il 15 maggio 1898. Le descrisse il Tellini (*Peregrinazioni* 1899, pag. 11-12). Vedi pure Marinelli (O.), *Guida*, pag. 651.

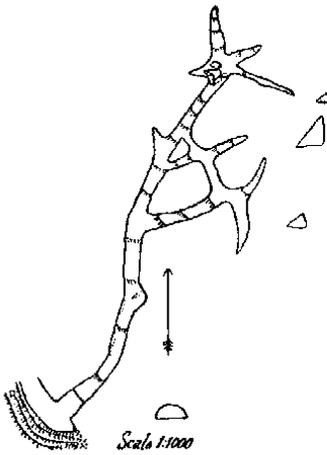


Fig. 30.^a — La grotticella di Tanadjamo. Pianta. Scala 1:1000.

Grotta di S. Giovanni d'Antro. (S. Zuàn di Landri dei friulani, *Ivet Ivan u celè* degli sloveni). È fra le più importanti del Friuli, specialmente nei riguardi storici. S'apre a 348 m. sul mare, in una parete di brecciola calcarea, a

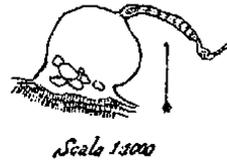


Fig. 31.^a — La grotticella di Podjamo. Pianta. Scala 1:300.

meno di mezzo chilometro a OSO del villaggio di S. Silvestro d'Antro, sul fianco destro della vallata del Natisone. Si accede alla grotta mediante una scala di 92 gradini in pietra, addossata alla parete di piassetina (fig. 32.^a). Nell'atrio



Fig. 32.^a — La grotta di San Giovanni d'Antro. Pianta. - Scala 1:2000.

della grotta è una chiesetta, e vari manufatti che attestano come essa fosse conosciuta e abitata fin dai tempi più remoti. Il pavimento della chiesetta è artificiale e posa su di una

volta sotto la quale, dopo le piene, passa un torrente che proviene dalla grotta e si scarica in cascata dalla parete; una ventina di metri più in basso è una sorgente perenne. La grotta consta di una galleria unica, diretta verso NNO, accessibile per 340 metri, percorsa nelle piene da un torrentello le cui acque, in magra, ristagnano qua e là in pozzanghere. A cinquanta metri dall'apertura v'è un salto, in salita, di un paio di metri, a 60 metri un altro più piccolo e ad 85 metri un terzo salto, di più d'un metro, avente al piede una pozza d'acqua. Dieci metri più avanti, dall'alto, verso destra sgorga una sorgente incrostante le cui acque si perdono nel suolo. A 105 metri si trova di nuovo acqua, e quindi un salto di quasi due metri, e più avanti una larga pozza.

A 145 m. vi è un salto verticale di 4 metri, al di là del quale la galleria è ampia e asciutta finchè, passato un altro ristagno, immette in una sala lunga una trentina di metri.

Alla sala segue un cunicolo, in brusca discesa per qualche metro, quindi pianeggiante.

A 330 metri è uno stagno, profondo e fiancheggiato da pareti lisce, oltre il quale non andò l'esplorazione.

La grotta di S. Giovanni d'Antro è fra le più anticamente conosciute e ricordate in Friuli; le denominazioni di Antrum, S. Giovanni d'Antro, Gastaldia d'Antro s'incontrano frequentemente in documenti dal sec. XIII in poi. F. Della Torre nell'opera *De Colonia Foro-Julienensis* ricorda un diploma di Re Berengario, dell'anno 888 ove si nomina S. Joannis in Antro. G. Valvasone di Maniago, che visse fra il 1499 e il 1570, in un manoscritto contenente la *Descrizione di città e terre grosse del Friuli* (Biblioteca di Udine) nomina « Antro, così chiamato dalla spelonca sottoposta »; e lo stesso autore (citato da Leicht) altrove dice: « L'Antro è assai spazioso che non à uscita per l'esperienza fatta di dentro via per lo spazio di più miglia.... Dentro vi si trovano due laghi con acque chiare di capacità di otto passa per ogni verso con due epitaffi nella stessa montagna guasti dal tempo ».

Girardi (*Storia fisica*, vol. II, pag. 29), contrariamente a quello che ritiene il Tellini, cui sfuggì questo cenno, parla della grotta d'Antro, e cerca di spiegare le cause della sua origine.

Le prime notizie accurate sulla grotta, come per le altre poche conosciute prima delle esplorazioni del Tellini, si trovano nel Ci-

coni (*Udine*, p. 11); le notizie riguardano soltanto la parte più esterna ed i resti storici che vi sono: si accenna al torrente che esce dall'interno, e dicesi che la grotta « approfondasi circa un chilometro ».

G. Marinelli (*Annuario*, I, 1876, p. 65) riferisce le notizie del Ciconi. Nel 1897 A. Lazzarini (*Antro*), descrive brevemente la grotta e si trattiene a lungo sugli episodi storici che la riguardano e sulle lapidi ed iscrizioni che ci sono all'ingresso. Un'illustrazione completa sotto tutti i riguardi è quella del Tellini (*Peregrinazioni*) che esplorò la grotta e ne compì il rilievo. Prima di lui, fino a 105 metri dall'ingresso, era penetrata molta gente e per ultimi, verso il 1885, E. Peruzzi e L. Quarina che avevano tentato il guado dello stagno. Tellini fece una prima escursione il 27 novembre 1893, e la seconda, più importante, il 31 gennaio 1894, durante la quale si spinse fino a 330 metri.

Il 10 febbraio dello stesso anno, con Cirio e Mizzaù, compì un ultimo tentativo spingendosi con un galleggiante ed a guado fino al punto estremo raggiunto.

L'importanza storica della Grotta di S. Giovanni, oltre che dagli scritti citati, si rileva da numerosi altri come: Leicht (M.), (*S. Giovanni*); Sonzogno (edit.), *Le cento città d'Italia: Cividale*; D. A. G., (*Sloveni*), G. G., (*S. Giovanni in Antro*); Leicht (M.), (*Antro*). — L'Ostermann (*S. Giovanni*) ebbe ad occuparsi di una leggenda sulla grotta; Nallino, analizzò il guano di pipistrello raccolto all'interno (*Analisi chimica*).

Per la parte iconografica va infine citato, oltre il fascicolo del Sonzogno suominato, l'opuscolo *Vedute del Friuli* pubblicato per nozze Canciani Celotti in Udine nel 1896.

Nella *Guida* di O. Marinelli (pag. 630-633) è riassunto tutto quanto si sapeva sulla grotta fino al 1912.

Presso la bocca della grande grotta di S. Giovanni d'Antro, sulla stessa parete, 8 metri più ad ovest apresi una seconda cavità, a forma di corridoio, con andamento parallelo a quello di S. Giovanni, lunga 35 metri.

Pare che un tempo la grotticella si raggiungesse dall'atrio di quella di S. Giovanni per un ponte formato da un tronco d'albero disposto orizzontalmente (Tellini, *Peregrinazioni*, p. 20); ora il tronco non c'è più e Lazzarini, che esplorò la grotticella, (*S. Giovanni*) dovette costruirsi una specie di ponte con delle scale.

Il Foràn di Landri (fig. 33.^a), detto anche *Ciòndar di Landri*, si apre a 425 metri sul mare sul fianco destro della Valle del Ciarò di Prestento, o Slesò (Tav. Cividale), al piede di una parete rocciosa alta oltre una cinquantina di

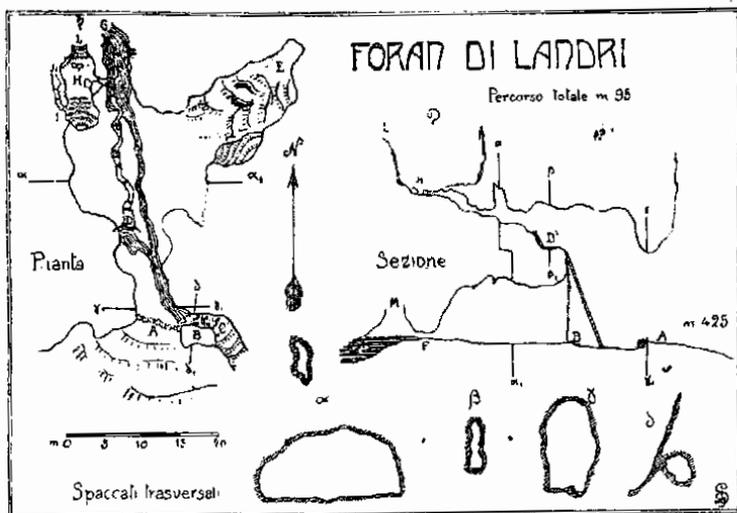


Fig. 33.^a — Il Foràn di Landri.
Scala 1:1000.

metri. L'ingresso è assai ampio, e dà in una specie di vestibolo dal quale, per un'ampia apertura si entra in una sala irregolarmente circolare, lunga una quindicina di metri. Il pavimento è piano, ricoperto di terriccio. Verso nord est è un ampio canale, un po' in salita, lungo una quindicina di metri, largo 7. Sul fondo della sala principale, proprio di fronte all'ingresso, da una bassa apertura esce un ruscello, perenne, di discreta portata. Esso proviene da un sifone ch'è poco più in dentro, attraversa tutta la grotta e, uscito all'aperto, si getta nel letto del vicino R. Foràn dopo esser passato sotto un piccolo arco naturale (fig. 34.^a). Nel vestibolo della grotta, sopra l'ingresso della sala principale, a 11 m. dal suolo, è l'apertura di un altro cunicolo, al quale non si giunge se non con scale. Dopo una ventina di metri di faticoso percorso il cunicolo sbocca in una saletta, che si prolunga a camino verso l'alto. Questa saletta è adorna di bel-

lissime stalattiti a festoni e sul suolo sono disposte in serie quelle belle conche a sfioratoio, con orlo stalagmitico (*gours*) che sono fra i più interessanti ornamenti delle grotte. Queste sottili e continue sbarre d'incrostazione si trovano anche in un piccolo cunicolo che si stacca a S. O. dalla saletta.

Il Foràn di Landri è scavato nella brecciola calcarea dell'eocene (piasentina), forse al contatto di questa roccia con uno strato, o almeno con una lente di marna grigia scagliosa. Tale marna compare sul fondo di quel canale che si stacca a nord est della sala.



Fig. 34.^a — I dintorni del Foràn di Landri e del Foràn des Aganis.
Scala 1:2500.

Dal cunicolo superiore cola, dopo le piogge, un filo d'acqua. Questo però non deve esser ritenuto lo sbocco di acque eccedenti della sorgente più bassa.

La temperatura infatti indica per esso una provenienza assai superficiale.

La grotta del *Foràn di Landri* è ricordata dai più vecchi autori che trattarono di grotte della regione (Ciconi, *Udine*, pag. 12; Marinelli G., *Annuario*, 1.^o, 1876, pag. 65). Il 25 novembre 1893 vi si recò A. Tellini e più tardi fu meta di esplorazione da parte del Circolo Speleologico (Tellini, *Peregrinazioni*, 1899, pag. 8). Il Circolo stesso vi fece una gita sociale il 30 novembre 1904. Io la visitai il 4 luglio 1908 (De Gasperi, *Alcune grotte*), ed una seconda volta il 24 dicembre dello stesso anno. Però soltanto in una terza visita, il 7 novembre 1909, avendo fatto portare le scale necessarie potei compiere l'esplorazione del cunicolo più alto (De Gasperi, *Foràn di Landri*). Per la bibliografia va citato pure: O. Marinelli, *Guida*, pag. 586.

Voragine della Reg. Pocevalo (fig. 35.^a). Si apre a 493 metri sul mare, nella regione soprastante alla grotta Foràn di Landri. Dalla bocca, che permette appena il passaggio ad una

persona magra, si cala con un primo salto di 7 metri in una stanzetta. Da questa, un canale in discesa conduce in un altro ambiente più in basso. Notevoli, di queste due cavità, la forma a campana e la presenza di camini ascendenti, del tipo di quelli già notati nella *Rupa Cerconizza*.

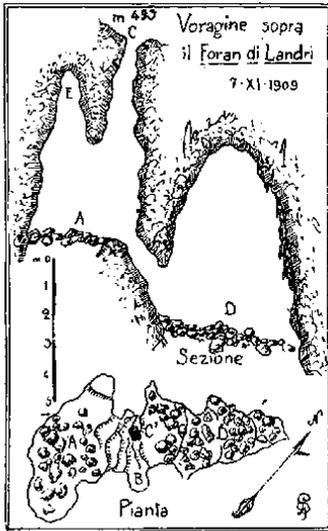


Fig. 35.ª — Voragine della regione Pocevalo.

La voragine è scavata nella brecciola calcarea eocenica. È leggenda che essa comunichi con la sottostante grotta di Landri; ma si tratta invece di un fenomeno superficiale, che con la grotta stessa non ha nulla a che vedere.

Visitai la voragine della Reg. Pocevalo il 7 settembre 1909. È difficile rintracciarla se non viene indicata da qualche persona pratica (De Gasperi, *Foran di Landri*).

Foran di Sanàs o des Aganis (fig. 36.ª). È aperta lungo il R. Ravedosa, sul fianco del M. Piccat, a monte del paese di

Prestento, nella solita brecciola calcarea eocenica. Consta essenzialmente di un corridoio abbastanza uniforme, lungo circa 160 metri percorso da un ruscello che ha origine nella parte più fonda. Il primo tratto di galleria, alto 5-6 metri, si percorre a piedi asciutti fin verso la metà ov'è un allargamento. Poi bisogna avanzare nell'acqua che in un punto, ove il corridoio è assai stretto, tocca quasi la volta. Nel punto più fondo si trova un vero sifone, perenne, e di fronte ad esso una fessura impraticabile.

La grotta *de lis Aganis* fu esplorata nel febbraio 1898 dal Circolo Speleologico, e ne diede la descrizione il Tellini (*Peregrinazioni*, pag. 10-11). Io la visitai nel 4 luglio e nel 24 dicembre 1908, nel 7 novembre 1909 (De Gasperi, *Prestento*) e di nuovo nel 24 dicembre 1913 (De Gasperi, *Valle di Prestento*). In quest'ultima occasione raccolsi altre notizie su fenomeni carsici della stessa vallata.

Grotta di Canal di Grivò (fig. 37.^a). Si apre nella valle del Grivò (Faedis), ad una cinquantina di metri di altezza sopra la borgatella di Canal di Grivò, cioè a 265 m. circa sul

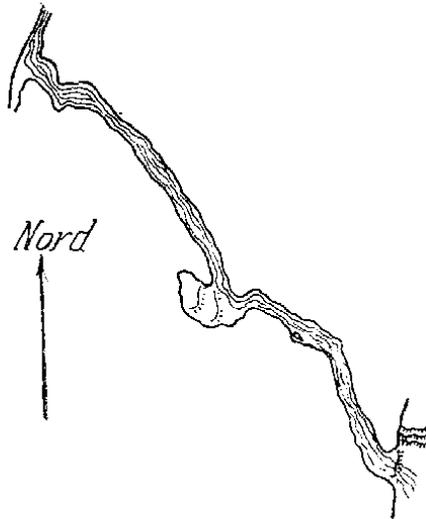


Fig. 36.^a — Foràn des Aganis.
Pianta. - Scala 1:2000.

mare. È una cavità di minimo interesse, tutta scavata nella pietra piacentina a grana assai minuta. Consta di un corridoio lungo una trentina di metri, rapidamente discendente, terminato in una fessura impraticabile, ostruita da limo. A circa metà del percorso un grosso blocco che dalla volta raggiunge il pavimento, biforca la galleria, e lì presso, nella parete sud, si trovano dei diverticoli laterali prolungati a cammino verso l'alto. Poche le incrostazioni; il suolo è coperto di rottami di roccia caduti dalla volta; ad una decina di metri dall'ingresso e nel punto più fondo è depositato del limo.

La grotta di Canal di Grivò, quantunque di importanza minima, per esser vicina al paese è fra le prime ad esser citata in Friuli (Marinelli, *Annuario*). Fu esplorata scientificamente e rilevata dal Tellini (*Peregrinazioni*, pag. 6-7).

Le *due Masariate*. Si trovano nel bosco Masariat, sopra la frazione di Pojanis (Faedis), aperte entrambe nella brecciola calcarea.

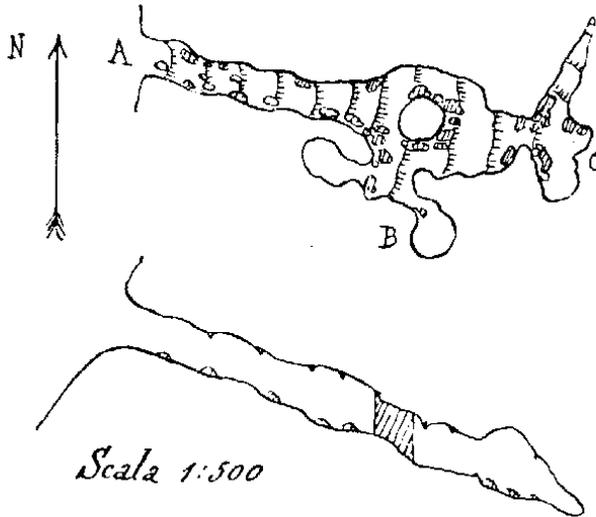


Fig. 37.^a — Grotta di Canal di Grivò.

La prima (fig. 38.^a) è a 380 m. sul mare. Si scende su di un pendio assai inclinato e talora quasi a picco in una specie di caverna quasi circolare, a circa 20 metri di profondità, col suolo coperto di grossi massi, a cui fanno capo diversi cunicoli ciechi in discesa. In un angolo si apre un pozzo di 12 metri che dà accesso ad una bella sala ricchissima di incrostazioni. A 35 m. di profondità termina con fessure, impraticabili.

Pochi metri in alto si apre l'altra Masariate, una voragine profonda 27 metri, con la bocca a foggia di fessura, lunga circa 3 metri, larga 50 centimetri. Si allarga a bottiglia verso l'interno. Il fondo è coperto di detriti.

La posizione reciproca delle due cavità fa supporre che la seconda di esse si trovi precisamente sopra la parte più interna della prima.

Le *Masariate* furono meta di tre esplorazioni del Circolo Speleologico. Le descrisse il Coppadoro (*Masariate*).

La grotta di Taipana (fig. 39.^a), Si trova a circa 800 m. sul mare, nella valletta affluente del Gorgons di fronte alla borgata di Coos (Taipana). L'ingresso, assai angusto, è di pietra



Fig. 38.^a — Le Masariate.

A, pianta della voragine inferiore; B, sezione delle due voragini. - Scala 1 : 1000.

calcarea arenacea. Si accede ad un canale, diretto da est ad ovest, lungo una cinquantina di metri. Da nord sboccano in questo canale tre brevi cunicoli, e, verso la fine, una diramazione lunga circa 35 metri, che si allarga in fondo in una stanza col suolo ingombro di macigni. Il suolo è qua e là

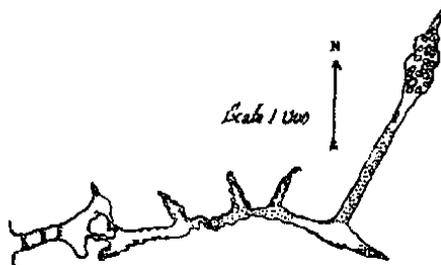


Fig. 39.^a — La grotta di Taipana.

coperto di acqua stagnante, specialmente nella prima metà della galleria terminale. Tutta la grotta è assai ricca di stalattiti e incrostazioni varie; a tale riguardo è una delle più belle del Friuli.

La *grotta di Taipana* per la bellezza delle sue incrostazioni fu spesso meta di escursioni da parte di turisti che non mancarono di lasciarvi tracce vandaliche. Il Tellini, che ne diede la descrizione (*Peregrinazioni*, pag. 18-19), la esplorò nel dicembre 1893 e nel novembre 1898. Nel 1912 la visitò pure Piacentini (*Taipana*).

La *voragine di Stella* (Marinelli O., *Dintorni di Tarcento*), si trova in un campo di solchi carsici, a circa 720 metri sul mare, presso la borgata di Boreanis. È scavata nel calcare cretaceo. La bocca è subcircolare col diametro di 7-8 metri; la cavità è a picco per 16 metri, poi a pendio ripidissimo; sul fondo, a 25 metri dalla superficie, sono blocchi angolari franati o gettati dall'esterno (fig. 40.^a).

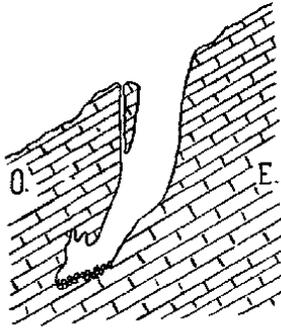


Fig. 40.^a — La voragine di Stella.
Sezione verticale da est ad ovest.
Scala 1:1000.

Sulle falde del M. Stella, verso la valle del Torre, ai piedi della grande parete rocciosa che cade da quel lato è la *grotticella del M. Stella* (fig. 41.^a). È scavata nel calcare cretaceo; ha minima importanza, raggiungendo poco più di 15 m. di profondità (De Gasperi, *Nuova grotticella*).

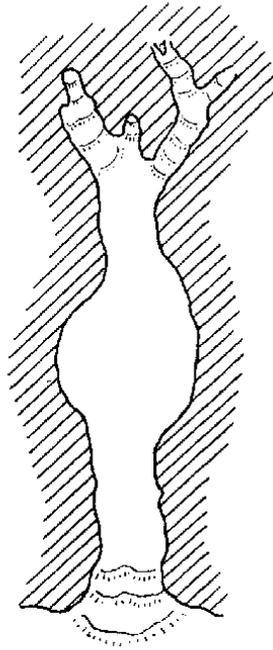


Fig. 41.^a — La grotticella del M. Stella.
Pianta. - Scala 1:250.

La *Jama di Lusevera* (fig. 42.^a). Col nome generico di *Jama* (= buca, grotta) si indica a Lusevera una piccola voragine,

aperta nella località *Zamascobardo*, sul fianco destro del *R. Zaracus-ciak*, — quello che scende da Micottis a confluire col *R. Potlastra* — a circa 410 metri sul mare, un po' a nord est della *C. Lavin* (Tavol. Lusevera). L'apertura della voragine è subcircolare, con poco più d'un metro di diametro, e si

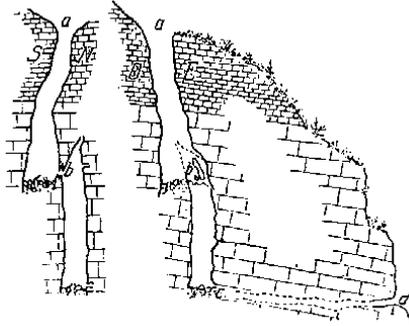


Fig. 42.^a — La Jama di Lusevera.
Sezioni verticali. - Scala 1:500.

trova sul pendio della valle, nel bosco misto di castagni, ontani, avellani e frassini. Il 18 settembre 1910, con l'aiuto dell'amico *G. Z u l i a n i*, per mezzo della fune a nodi, mi calai nel pozzo di 9 metri che costituisce il primo tratto della cavità. Questo pozzo è quasi verticale, subcilindrico, un po' allargato verso il fondo. Nella parte più esterna le pareti sono di roccia marnosa-arenacea (eocenica) a strati presso che orizzontali; a circa metà succedono invece, pure regolarmente orizzontali, degli strati di brecciola calcarea, pure eocenica. Il fondo è coperto da un cumolo di detriti caduti dall'esterno; sulle pareti v'ha qualche piccola stalattite.

Al fondo di questo primo pozzo, sulla parete verso est si apre una stretta fessura che dà in un secondo pozzo, verticale, cilindrico, di circa due metri di diametro e 7 di profondità. Il suo asse viene a trovarsi parallelo al primo, ma un po' spostato verso nord est. In alto la cavità si prolunga a fessura; le pareti mostrano tracce di attiva erosione, presentandosi levigate e con regolari scanalature in senso verticale. La roccia è pur qui una brecciola calcarea, grossolana verso il fondo; l'inclinazione degli strati è quasi insensibile.

Sceso al fondo lo trovai occupato da una massa di grossi detriti rocciosi, in maggioranza arenacei, parzialmente cementati per incrostazione. Tra questi massi rinvenni in gran quantità degli ossami e crani di cane, pure un po' incrostati.

Grotta Pod-Jama presso Lusevera (fig. 43.^a). È questa una grotticella orizzontale, che si apre, — come dice il nome, — sotto la *Jama* ora descritta, a circa 385 m. sul mare. È sulla

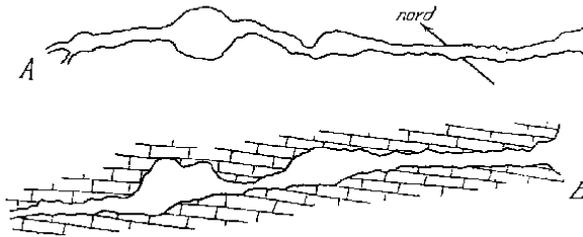


Fig. 43.^a — La grotta Pod-Jama di Lusevera.
A, pianta; B, sezione. - Scala 1:1000.

destra del R. Zaracus-ciak, a circa tre metri dal filone del rivolo che, poco a monte, fa una cascata di 5 metri, in corrispondenza allo strato di brecciola calcarea in cui è scavata la grotta.

La lunghezza praticabile dell'unico canale è di 67 metri; è un corridoio angusto, in lenta discesa verso l'interno, praticato evidentemente lungo una diaclasi che si osserva sulla volta per tutto il percorso, specialmente ove la volta stessa è formata dalla superficie di uno strato. Il suolo è coperto di massi e asciutto nel primo tratto, ma, poco prima di giungere in un punto ove la galleria presenta un notevole restringimento, fra i sassi comincia a serpeggiare un piccolo corso d'acqua che si dirige all'interno. Passata una saletta ov'è un po' di limo, la grotta si fa sempre più angusta e termina con fessure rese impenetrabili dall'accumularsi dei depositi calcarei.

Visitai la Pod-Jama il 18 settembre 1910 assieme all'amico G. Zuliani.

Grotta sotto Tevizdheciuk (alto Zucco) dietro il Postòucic (fig. 44.^a). È questa una grotticella, dovuta all'erosione delle

acque di stillicidio lungo una fessura nel calcare selcifero, aperta alla base del *Ciùch*, ad est delle casere Tasaoròn, a circa 1340 m. sul mare, ad una trentina sulla sella che unisce il *Ciùch* con il dosso 1422 (tavoletta Lusevera); gli strati sono

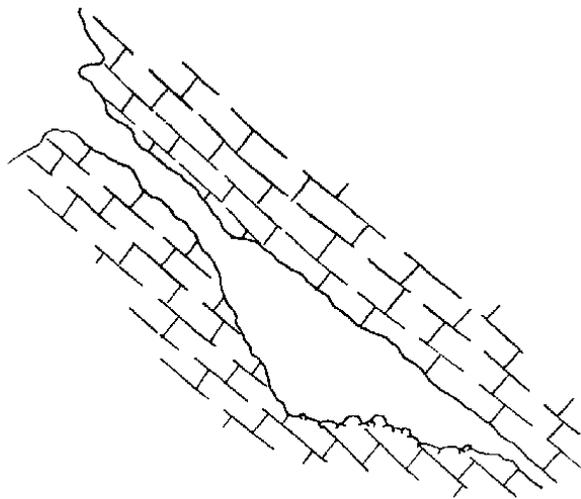


Fig. 44.ª — Grotta sotto Tevizòcheciuk.
Sezione verticale-longitudinale. - Scala 1:500.

diretti N. 70° E e inclinati 40° N; la superficie di uno di essi corrisponde alla volta della cavità. La bocca è un'apertura regolarmente rettangolare; la parte più interna una vera fessura che termina con cunicoli impraticabili.

La lunghezza totale è di 20 metri. La visitai il 27 luglio 1911 con R. Rea (G. B. D. G., *Postouic*).

La *Taparjama* presso le Cas. Tasaoròn (fig. 45.ª). È una voragine, aperta nel calcare selcifero a strati sottili, diretti N 70° E e inclinati 40° N, a m. 1330 sul mare presso le Casere Tasaoròn a nord del Cuel di Lanes. La voragine presenta una sezione allungata da NO a SE, corrispondentemente alla direzione della fessura al cui allargamento deve la sua origine.

Nello stesso allineamento sono altre fessure non grandi ed una bella dolina a pozzo profonda circa 5 metri. La voragine è profonda una dozzina di metri; lo sarebbe certo di più se

il fondo non fosse riempito di neve, per uno spessore non noto. La neve vi si conserva perennemente.

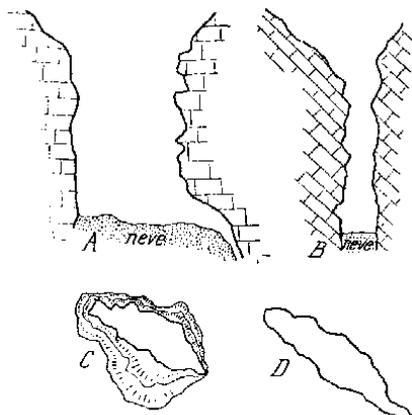


Fig. 45.^a — La Taparjama presso cas. Tasaoròn.
A e B, sezioni verticali; C, pianta della bocca; D, del fondo. - Scala 1:500.

Del pozzo con neve delle Cas. Tasaoròn aveva fatto cenno O. Marinelli (*Depositi morenici, Pozzi con neve*); io lo visitai e rilevai assieme all'amico R. Rea il 27 luglio 1911 (G. B. D. G., *Postoucie*).

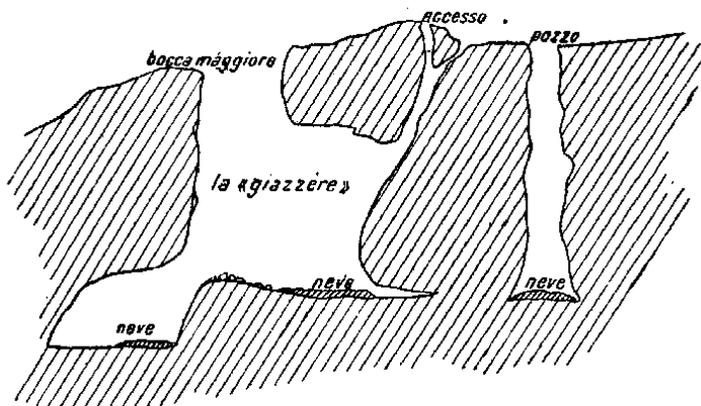


Fig. 46.^a — I pozzi con neve del Ciampòn.
Sezione verticale. - Scala 1:400.

I *pozzi con neve del Ciampòn* (fig. 46.^a). Sul versante settentrionale del M. Ciampòn, a 1544 m. sul mare nei calcari della zona superiore della dolomia principale, sono scavati due pozzi

con neve. Il più grande, la così detta *glazzère*, è profondo circa 12 metri, con una larga bocca ed una più piccola apertura che comunica pure colla caverna principale; il minore, accanto al primo, verticale, ristretto e regolare, profondo 13 metri. Sul fondo di entrambi si conserva sempre la neve. Nel settembre 1908, alle 14, la temperatura sul fondo del pozzo maggiore era di 6° (esterna 6°,5).

Nel 1877 G. Marinelli (*Materiali*) dava per la prima volta notizia della « *Glazzère* (ghiacciaia) del Monte Ciampon, Caverna, con deposito perenne di neve », e calcolava per l'imboccatura l'altezza di m. 1543. L'esplorazione della grotta e il rilievo furono fatti nel 1908 da O. Marinelli (*Pozzi con neve*).

Fenomeni carsici nei dintorni di Montenars. Presso Montenars, nelle breccie calcaree eoceniche, si osservano alcuni fenomeni carsici che non furono ancora descritti, quantunque fino dal 20 novembre 1898 siano stati meta di una gita del Circolo Speleologico.

La *Spilugne di Aroèz* (fig. 47.^a) è una grotticella discendente, profonda in tutto una decina di metri, lunga 12. Si apre presso la frazione di Bulons, a 508 m. sul mare.

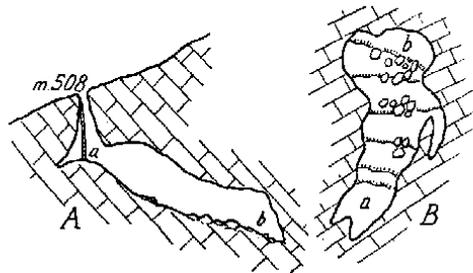


Fig. 47.^a — La spilugne di Aroèz.
A, sezione longitudinale; B, pianta. — Scala 1:500.

Più interessante è il fenomeno idrografico della *Foranate* (fig. 48.^a). È questa una piccola grotta, a 510 m. sul mare, presso le ultime case oltre Capovilla. Dalla bocca partono due cunicoli divergenti; da quello di destra proviene un ruscelletto il quale, giunto presso la bocca, si avvia nel cunicolo di sinistra ove scompare in fessure impraticabili. I due cuni-

coli sono lunghi complessivamente una trentina di metri. L'acqua va a sboccare poco lungi, a 508 m. sul mare alla grotticella *del Tos*. In tempi di piena dalla bocca della Foranate si scarica l'acqua eccedente.

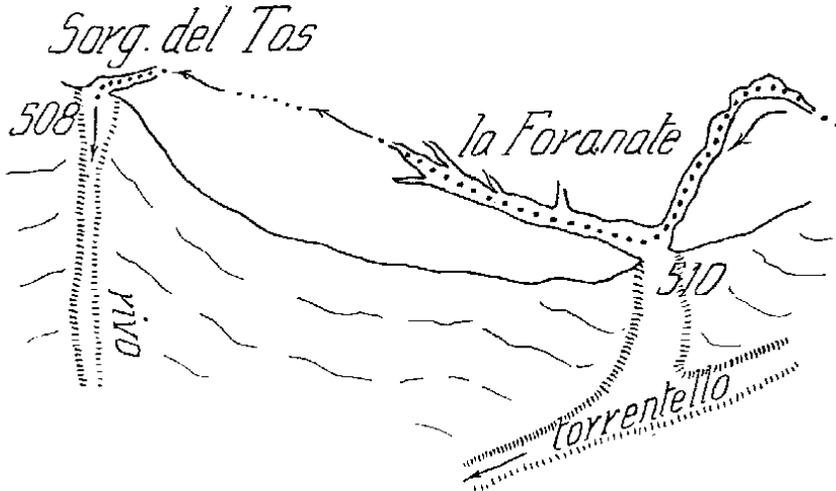


Fig. 48.^a — La Foranate di Montenars.
Pianta. Scala 1:500.

Nel *Cret des Agànis*, parete rocciosa alta 6 metri, sulla destra dell'Orvenco, di fronte a Capovilla è una grotticella accessibile per qualche metro, aperta a metà della parete (m. 540 s. m.). In tempo di piena ne sgorga dell'acqua; in magra questa ha sfogo da un'altra apertura alquanto più bassa.

Il *Foràn de Volp* (m. 615 s. m.) situato sulla *Cuèste* omonima, a S. E. di Capovilla, è una piccola voragine che fu chiusa per impedirvi la caduta di animali pascolanti. Ha un primo pozzo di m. 8, al quale sembra seguano altre cavità.

Altre grotte e voragini delle Prealpi del Torre. Come già feci riguardo alle Prealpi del Judrio, riunisco qui, sotto un unico titolo, l'elenco delle grotte che ancora non sono ben conosciute e la descrizione di quelle che, per la loro scarsa importanza, non considerai a parte. Una profonda voragine è posta un centinaio di metri ad ovest del cippo 6 del confine (690 m. sul mare), sul monte Lupia (tav. Platischis).

La *grotta* sopra la sorgente Pojana, che segnavo nel mio precedente catalogo, al n. 41^o, non è che un riparo sotto roccia, e non merita essere considerata.

La voragine *Ta-na-gabricie* si apre nella regione omonima, ad ovest di Vernasso, a poca distanza dalle case Hljeve, a 289 m. sul mare. È scavata nella marna e nelle brecciole calcaree dell' eocene. Ha forma irregolare, la profondità di 22 m., la bocca larga m. 8×7 . Si trova nel letto di un torrentello del quale rappresenta lo sprofondamento nel sottosuolo (Musoni, *Due voragini*).

Una piccola *voragine* (fig. 49.^a) è pure sul monte dei Bovi, non lungi dalla casa Gaspar. È aperta nei calcari marnosi

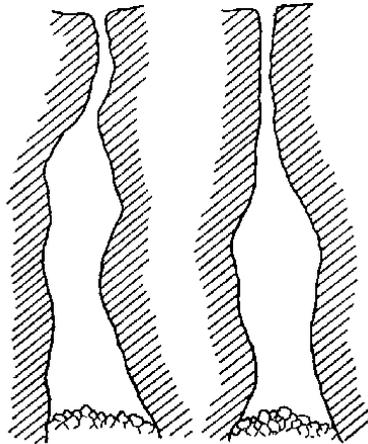


Fig. 49.^a — Voragine del Monte dei Bovi.
Sezioni verticali. - Scala 1:250.

plumbei; è profonda una dozzina di metri, larga all'imboccatura circa un metro, al fondo m. $4 \times 2,50$ (De Gasperi, *Dintorni di Cividale*).

Non lungi dalla grotta di Canal di Grivò, sulla sinistra del R. Buttricut, affluente del Grivò, si aprono due grotticelle, la *grotta del Fornât* e la *Tane de Volp*, delle quali ebbero ad occuparsi E. Feruglio (*Fornât*) e G. Piacentini (*Fornât*). La grotta del Fornât (fig. 50.^a) è a 279 m. sul mare e misura una quindicina di metri di lunghezza; la Tane de

Volp è una ventina di metri a sud della prima e non fu ancora visitata.

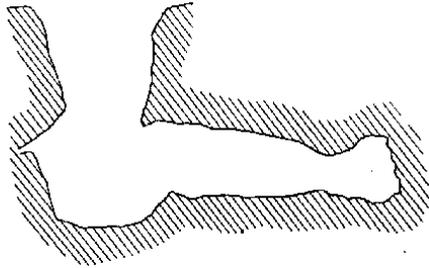


Fig. 50.ª — Grotta del Fornât di Canal di Grivò.
Pianta. - Scala 1:250.

Sull'altipiano di Òsola, soprastante alle grotte ricordate, sono tre voragini che furono esplorate dal Circolo Speleologico nel 1901 (Marinelli, *Faedis*). La *buse del muss* o *mussovajama* (fig. 51.ª) si apre a 367 m. sul mare in un calcare marnoso grigio azzurrognolo. E' profonda 14 metri. Altre due buche (*buse o jama*) sono a 390 e 402 metri sul mare, profonde rispettivamente m. 7,70 e m. 14, entrambe foggiate a bottiglia, verticali, con l'apertura più ristretta che il fondo.

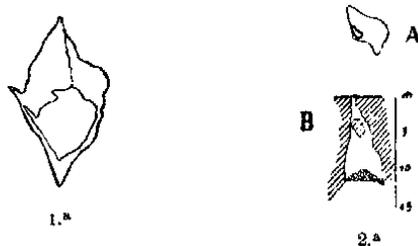


Fig. 51.ª — Le voragini presso Faedis.

1.ª, pianta della *Buse del muss*. - Scala 1:1000. La linea esterna segna il fondo, quella interna la bocca, in proiezione; 2.ª, voragine *Galerob*: A, pianta; B, sezione. - Scala 1:1000.

Nella Reg. Galerob, sulla destra del Grivò, di fronte all'Òsola a 282 m. sul mare, è un'altra buca, descritta dal Marinelli nel citato articolo, profonda una dozzina di metri (fig. 51.ª).

La *Spilugne dai Drisiù* si apre sul fianco orientale della valletta del torr. Racchiusana, dirimpetto alle Case Verona,

a 275 m. sul mare. E' un pozzo coll' apertura di poco più di un metro di diametro, più largo in basso, profondo una decina di metri.

La *Spilugne di Landri* (fig. 52.^a) posta a 440 metri nel mare, a monte della frazione di Pojana di Faedis, si apre nella parete di brecciola calcarea eocenica che sta sotto il M. Landri

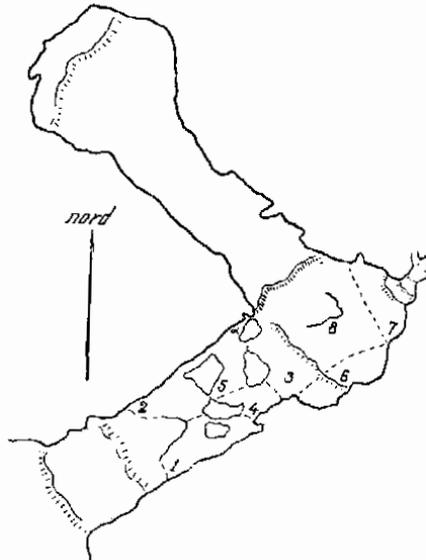


Fig. 52.^a — La Spilugne di Landri.
Pianta. - Scale 1 : 500.

(m. 502) della tav. Platischis. Consta di due corridoi, ad angolo retto, lunghi in tutto 26 metri. E' importante quale stazione neolitica.

Feruglio (*Prealpi del Torre*) segnala due voragini profonde m. 7 sotto il Castello inferiore di Attimis, una terza voragine (m. 17) presso la borgatella Pecòl di sopra in Forame d'Attimis, ed una grotta lunga una settantina di metri, percorsa da un ruscello, sotto il monte Nhrad.

Il *Landri* (fig. 53.^a) presso Forame di Attimis, si apre a circa 450 m. sul mare nella rupe di piacentina denominata *Cret dal Landri* (Tav. Platischis). È una piccola cavità, profonda in tutto una ventina di metri. Ha un' ampia bocca ir-

regolarmente triangolare, visibile anche dal fondo della valle. È tutta scavata nella breccia calcarea (piasentina), ad elementi piuttosto grossi, lungo un sistema di fessure perpendicolari all'andamento degli strati. Il suolo è ricoperto di detriti; il deposito detritico sale, verso il fondo, fino a toccare la volta.

Forse è questa la grotta che i vecchi autori citano come esistente presso Subit (Marinelli, *Annuario*). La visitai, con l'amico G. Sadnig, il 24 gennaio 1909 (De Gasperi, *Cret dal Landri*). È una cavità di nessuna importanza, però ha dato il nome alla rupe (*Cret dal Landri* = Rupe della grotta) e forse ai vicini borghi di Forame (*foràn* = grotta) e di Salandri.

La *Jama di Montediprato* (fig. 54.^a) è aperta a circa 525 metri sul mare, nella breccia calcarea eocenica, sotto il villaggio di Montediprato. È costituita di due rami in salita di cui il principale, lungo una

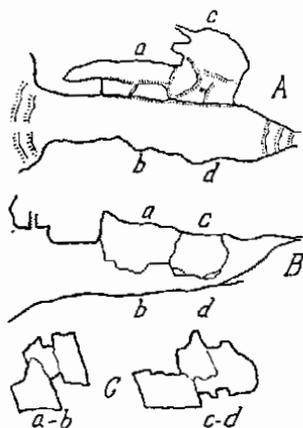


Fig. 53.^a — Il Landri di Forame.
A, pianta; B, sezione longitudinale;
C, sezioni trasversali. - Scala 1:500.



Fig. 54.^a — La Jama di Montediprato.
Pianta. - Scala 1:1000.

cinquantina di metri, largo 7-8 metri all'ingresso, sale per un dislivello di circa 15 metri. È incrostata da concrezioni calcareo-argillose. Poco più in basso trovansi un'altra piccola cavità, profonda una ventina di metri.

Della grotta di Montediprato parlò il Marinelli nel lavoro speleologico sui dintorni di Tarcento. Il Tellini (*Peregrinazioni*) aggiunse in seguito alcuni particolari alla sua descrizione.

Sopra Torlano, presso la chiesetta rovinata di S. Giorgio, c'è una *voragine* che si dice assai profonda; pare sia nota col nome di *Campostiele*. Pure sopra Torlano, a 390 m. sul mare, sul fianco nord-ovest del M. Plajulo, visibile dalla strada della valle del Cornappo, è scavata nei calcari cretacei una grotticella nota col nome di *Buse dai Corvazz*, o *Slièp* o *Grotta di Torlano* (fig. 55.^a). La bocca è larga 13 m.; verso l'interno la volta s'abbassa; la cavità, irregolarmente triangolare, è

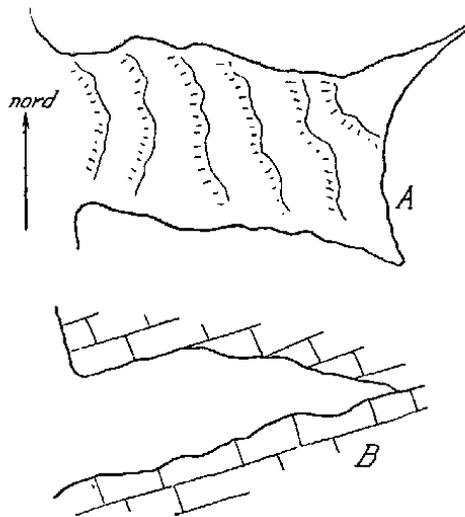


Fig. 55.^a — La grotta di Torlano.
A, pianta; B, sezione. — Scala 1 : 500.

fonda circa 22 metri. Continua poi verso l'interno con un cunicolo impraticabile.

La grotta di Torlano, quantunque di minima importanza, è fra le prime ad esser citata (Marinelli, *Annuario*). In un manoscritto, che io conservo, C. Marinoni, che la visitò nel 6 aprile 1879, ne fa una lunga e minuziosa descrizione, accompagnata da un rilievo; forse è in base ai suoi dati la notizia più ampia che ne dà G. Marinelli nel 3.^o *Annuario*. Tellini (*Peregrinazioni*) ebbe pure ad occuparsene e ne pubblicò la pianta.

Non merita considerazione la grotta della *Busàte*, piccolissima cavità dalla quale dopo le piogge esce poca acqua, se

non per il trovarsi vicina alla sorgente *Fontanate*, posta a m. 252 sul mare, a qualche centinaio di metri a nord dell'ultime case di Torlano, lungo la strada. La *Fontanate* è un'importante sorgente di tipo carsico, le cui acque si raccolgono nel soprastante altopiano del M. Plajul.

La *buse de l' Ors* (fig. 56.^a), situata a 319 metri sul mare, sulla sinistra del Cornappo, una cinquantina di metri a valle del Ponte della Cava, è un'importante cavità di sbocco, accessibile solamente per pochi metri; poi si raggiunge lo spec-

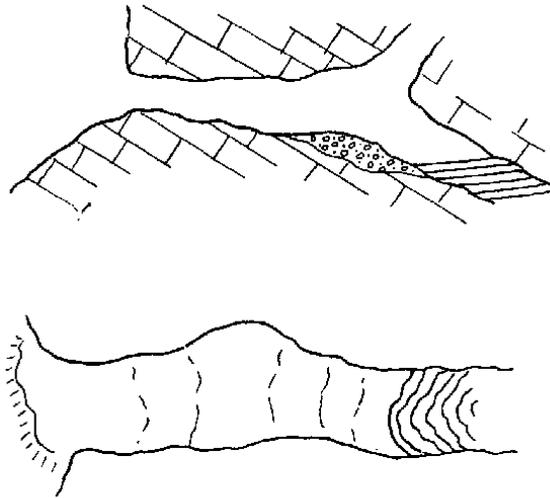


Fig. 56.^a — La Buse de l'Ors.
Sezione e pianta. - Scala 1:250.

chio d'acqua di un sifone. Nei tempi piovosi dalla grotta sgorga un forte torrente d'acqua. È nel calcare cretaceo. (De Gasperi, *Buse de l'Ors*).

Nella catena del Musi, sulla destra del sentiero che va alla Stilizza, in località Pod-Jama si apre un *pozzo con neve*, scendente con ripido pendio e salti fino a 20 metri dall'imboccatura, a picco per gli ultimi 10 metri. Sul fondo v'è un deposito di neve. (Feruglio, *Pozzo con neve*). Nella stessa catena montuosa, sul fondo del circo a nord delle cime 1875-1837 sono due piccole *voragini* (m. 8 e m. 9) con neve al

fondo. Sotto cas. Zajàvor si trovano una *voraginetta* (m. 9) ed una *grotticella* lunga una trentina di metri. Fra la Bocchetta Zajàvor e la cima omonima trovasi un'altra piccola *grotta*, fonda una ventina di metri (F e r u g l i o, *Monte Musi*). Tutte queste cavità sono nella dolomia, e nella stessa roccia deve aprirsi un'altra grotta, della quale mi fu data notizia, situata in regione *Tustòlaze*, al di là della cresta, verso Planinizza.

9. *L'altipiano carsico del Bernadia*. — È compreso nelle Prealpi del Torre, ma ho creduto opportuno dedicarvi un paragrafo a parte, perchè è la regione meglio esplorata dal punto di vista speleologico, e perchè la più ricca di cavità carsiche assai importanti. L'altipiano del Bernadia occupa lo spazio fra le vallate del Torre e del Cornappo; fra i colli pedemontani di Tarcento e le vallette al piede della catena prealpina del Gran Monte, con una larghezza di circa 4 chilometri su una lunghezza di 6-7 chilometri. La regione è ondulata nella parte culminante e raggiunge l'altezza massima di m. 867 al M. Crosis. Le due vallate che la isolano sono strette e profonde; quella del Torre al suo sbocco a Tarcento ha il fondo a circa 200 metri sul mare; quella del Cornappo, presso Torlano, a 240 metri circa.

Geologicamente l'altipiano fa parte del cosiddetto ellissoide del Bernadia, ampia cupola anticlinale, con nucleo cretaceo e rivestimento eocenico. Litologicamente la parte meridionale dell'altipiano (eccetto la scarpata verso la pianura cui si addossa l'eocene) è di calcare compatto, cretaceo, che mostra pure le testate degli strati nelle due valli trasversali del Torre e del Cornappo. Nella zona settentrionale il cretaceo è ricoperto da eocene, a facies prevalentemente calcarea (brec-ciola) nella regione più alta, a facies arenaceo-marnosa in quella più bassa. Nei calcari cretacei e nelle breccie calcaree si osservano i fenomeni carsici.

Grotta Pre-oreak, o grotte sott il Crèt di Viganz (fig. 57.^a). Si apre sulla destra del Cornappo, a 293 metri sul mare, ad una decina di metri sul letto del torrente. La bocca, ampia, dà accesso ad una comoda galleria che conduce ad un'ampia

sala a cupola, alta una ventina di metri. Dopo di questa si scende, sempre per gallerie ampie, ad uno stagno il cui livello è mantenuto costante (m. 294 s. m.) da una fessura as-

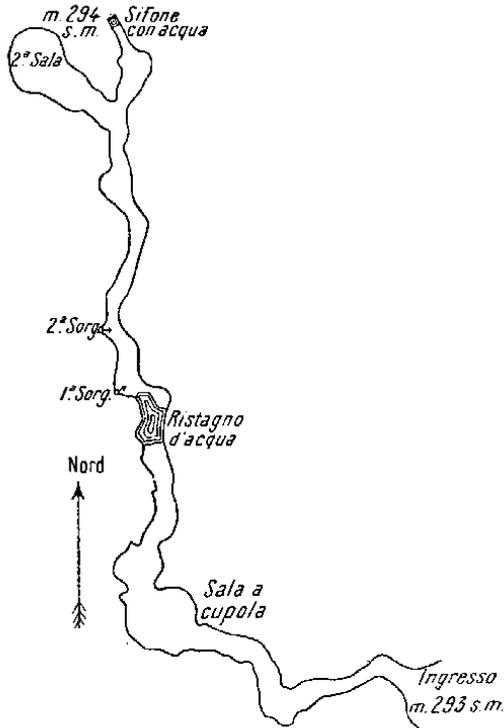


Fig. 57.^a — La grotta Pre-oreak.
Pianta. - Scala 1:2000.

sorbente che funziona da sfioratoio. Più oltre si sbocca in una seconda sala, ove sono grandi cumoli di limo calcareo argilloso, mentre a destra il canale scende e resta chiuso (m. 294 s. m.) dallo specchio d'acqua d'un sifone.

La grotta è scavata totalmente nei calcari a camacee inferiori (Giura e Creta inferiore) che formano il nucleo più interno dell'ellissoide del Bernadia. Essa è percorsa, in tempo di piogge, da un torrente che esce dal sifone e si riversa nel Cornappo. Perciò in massima parte il suolo della grotta è coperto da ghiaie rotolate. Nella sala sono invece grossi massi

caduti dalla volta. Sono notevoli, nella volta di roccia del corridoio che precede la sala a cupola, alcune cavità da ravvicinarsi al tipo delle marmitte dei giganti.

La prima esplorazione della grotta *Pre-Oreak* fu fatta nel 1904 dai soci del Circolo Speleologico (Antonini, *Viscere tenebrose*; Lazzarini, *Bernadia*). Dopo d'allora per la facilità d'accesso e per la bellezza della sala a cupola fu spesso meta di gite a scopo di studio (Lazzarini, *Pro-Reak*) o semplicemente sportive organizzate dal Circolo. La visitai più volte con vari compagni, ed il 18 luglio 1910, con i colleghi U. Micoli e G. Sadnig ne feci il rilievo alla bussola (De Gasperi, *Pro-Reak*; *La grotta Pre-Oreak*). Si veda pure Marinelli O. (*Guida*, pag. 561) e Piacentini (*Pre-oreach*).

La grotta di *Viganti* (fig. 58.^a), nota agli abitanti del vicino paese col nome di *Olobigneza*, si apre a 540 m. sul mare, nella regione Loch, in fondo alla Val Ta-pot-cletia, al piede della rupe su cui sta Viganti. Dalla amplissima bocca (fig. 59.^a) si accede ad un primo tratto di galleria, regolare, in lieve pendenza (12°-15°) con le dimensioni di m. 7 × 10. A 40 metri dall'ingresso è un salto, di circa 4 metri, sotto il quale si trova una specie di grande scodella, con acqua; segue un altro salto di 7 metri ed una nuova conca e così di seguito, con salti di 4 m., di 2 m. e di 2 m., fino ad un'ultima conca scodelliforme, con acqua. In questo punto, da nord ovest, sbocca un cunicolo; verso est è un nuovo salto di 7 metri. Alla base di questo si trova una galleria assai ampia, diretta a sud-est dapprima, poi a nord-nord-est. Discende dapprima lentamente, poi più rapidamente, infine a scaglioni, sinchè, a 170 metri dalla bocca, precipita in un pozzo di una cinquantina di metri (scandaglio m. 49). Il pozzo è quasi perfettamente circolare, col diametro di una diecina di metri.

Parallelo all'ultimo tratto di galleria è uno stretto cunicolo secondario, che dovette un tempo comunicare con l'esterno direttamente, nel quale furono trovati dei resti di mammiferi quaternari.

Il corridoio secondario che sbocca nell'ultima conca d'acqua è lungo circa 120 metri. Ha tutti i caratteri dei corridoi che

rente le cui acque si perdono nel pozzo finale. A questo torrente sono dovute le bellissime forme a marmitta dei giganti che costituiscono il tratto mediano della grotta.



Fig. 59.^a — L'ingresso della grotta di Viganti.

La prima galleria della grotta di Viganti, fino al salto di 7 metri, fu esplorata e descritta dal Marinelli (*Dintorni di Tarcento*). Nel 1904 furono effettuate dai soci del Circolo due esplorazioni con le quali giunsero sino al pozzo di 50 metri (Antonini, *Viscere tenebrose*; Lazzarini, *Bernadia*).

Dopo alcune visite preliminari nella parte superficiale della grotta (De Gasperi, *Viganti e Villanova*), con una esplorazione assai laboriosa (De Gasperi, *Alpinismo sotterraneo*), nei giorni 4-5 aprile 1912 assieme all'amico M. Rodaro compiei il rilievo della grotta (De Gasperi, *Viganti*). Si vedano pure Marinelli O., (*Guida*, 447-762) e gli scritti di Gortani, De Gasperi e Fabiani citati al paragrafo 42.

La comunicazione fra la Olobigneza e la Pre-oreak. — È questo uno dei più interessanti problemi dell'idrografia sotterranea del Friuli. Descrivendo la grotta di Viganti dicemmo che, in tempo di piena, il Rio Tanaloho, mutato in torrente, si precipita nella grotta e scompare nel pozzo finale. Dalla grotta Pre-oreak invece, dopo le piogge, esce un torrente

impetuoso che si scarica nel Cornappo. La coincidenza dei due fenomeni ed il fatto di trovarsi le due grotte vicine, ha fatto subito pensare che esse fossero in comunicazione. L'esplorazione diretta non ha potuto provarlo, perchè un sifone chiude la Pre-creak a 280 m. dall'ingresso, ed un pozzo di una cinquantina di metri ostacola seriamente l'esplorazione della Olobigneza a 170 m. dall'esterno. Neppure l'esperienza della colorazione delle acque fu ancora tentata, per la difficoltà di trovarsi sul sito proprio nel momento opportuno per eseguirla.

Comunque altre prove si possono addurre, che bastano a testimoniare come l'ipotesi della intercomunicazione delle due grotte corrisponde al vero.

Dall'annessa cartina della posizione reciproca delle due grotte e dallo schizzo che rappresenta le loro rispettive condizioni altimetriche (fig. 60.^a) osserviamo che, mentre le boc-

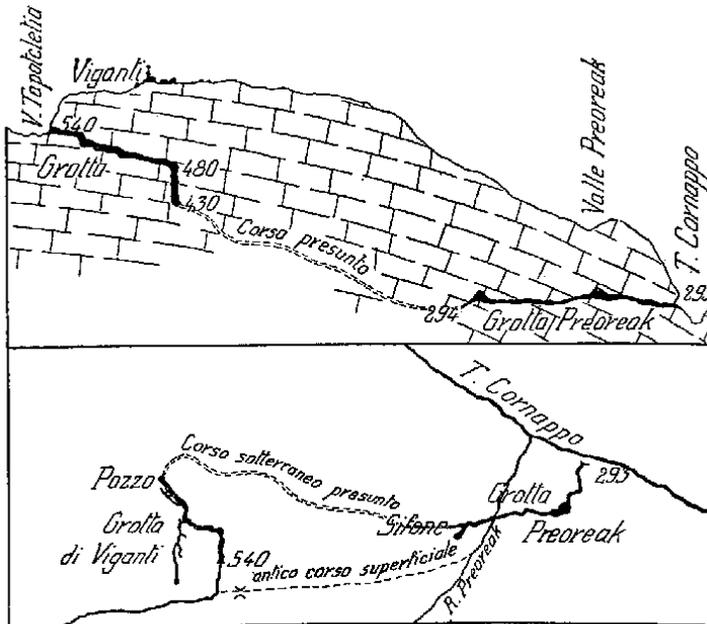


Fig. 60.^a — La posizione reciproca delle grotte di Viganti e Preoreak.
Sopra in sezione verticale; sotto in piano orizzontale. - Scala 1 : 10 000.

che distano tra loro 500 metri, con un dislivello di 247 metri, gli estremi punti raggiunti distano circa 350 metri con un

dislivello di 136 metri. Le due cavità cioè tendono ad avvicinarsi, quantunque la galleria di Viganti, come avviene spesso nelle grotte, seguendo le vie di minore resistenza, abbia fatto delle deviazioni capricciose.

Ma più che la posizione delle due grotte, sono prova della comunicazione i materiali trasportati dalle acque. Le due grotte sono totalmente scavate nel calcare cretaceo, e cretacee sono le rocce che formano tutta questa parte dell'altopiano. Nella Pre-oreak si trovano ciottoli provenienti da rocce eoceniche; queste rocce non affiorano che alla sommità dell'altopiano e sono là giunte evidentemente perchè portate dal R. Tanaloho attraverso il suo corso sotterraneo.

Il Tanaloho poi, nelle sue piene, trasporta abbondanti residui vegetali e talvolta dei veri tronchi d'albero. Questi si trovano non soltanto nella grotta di Viganti, ma anche nella Pre-oreak. La presenza in quest'ultima di tronchi d'albero indica che le vie di comunicazione devono essere abbastanza ampie.

Della comunicazione della grotta di Viganti con la Pre-oreak aveva trattato, con dati però assai erronei, il Lazzarini (*Bernardia*). Ne parlai brevemente anch'io nei due articoli, già citati, sulle due grotte.

La grotta *Ta-pot-korito* (fig. 61.^a). — È di piccole dimensioni, ma abbastanza interessante per il comportamento del corso d'acqua che la percorre. Sul fianco occidentale della Val Ta-pot-cletia, fra Sturma e Russa, dagli strati di breccia calcarea dell'eocene, a m. 650 s. m., sgorga una sorgentella le cui acque si raccolgono in un piccolo bacino artificiale, specie di truogolo (*laip* in friulano, *korito* in sloveno) dal quale la sorgente e la grotta prendono il nome (*Ta-pot-korito* = sotto il truogolo).

Uscita dal serbatoio l'acqua si perde fra i massi di un vicino rivolo asciutto, ma ricompare, circa 150 metri più a valle, nella grotticella in parola. Questa consta di un corridoio uniforme, largo da tre a quattro metri, alto uno e mezzo o due, scavato al contatto fra gli strati marnoso arenacei (eocenici) che ne formano il fondo e quelli calcarei che costi-

tuiscono le pareti e la volta. Si entra nella grotta da un'apertura laterale, (m. 622 s. m.), una specie di finestra formatasi accidentalmente per la caduta di una porzione del tramezzo roccioso che divideva la cavità dall'esterno. Il corridoio è in pendio verso nord-est. L'acqua vi giunge da sud-ovest, per fessure impraticabili, lo percorre in tutta la sua lunghezza e

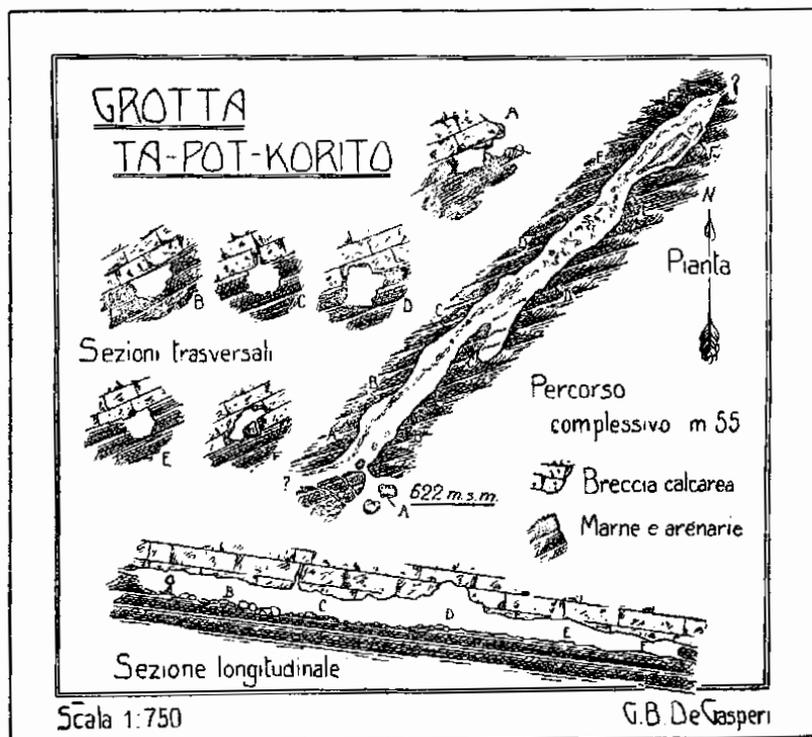


Fig. 61.^a — La grotta Tapotkorito.

scompare in altre fessure assai strette nell'estremità più bassa. Se, usciti dalla grotta, si scende il fianco della valle, verso nord est, alquanto più in basso, si trova una sorgentella, e più oltre, quasi al livello del fondo della valle a 575 m. sul mare, una sorgente più forte, detta *Muls-cia*.

Dalla posizione reciproca (fig. 62.^a) della sorgente del *Laip*, della grotta *Ta-pot-korito* e della *Muls-cia*, dall'altimetria, e dall'andamento dello strato arenaceo-marnoso che si comporta

quale letto impermeabile, e che compare nella grotta e alla *Muls-cia*, risulta evidente come sia sempre lo stesso corso d'acqua che al *Laip* sgorga all'aperto, per sparire poi nel sot-

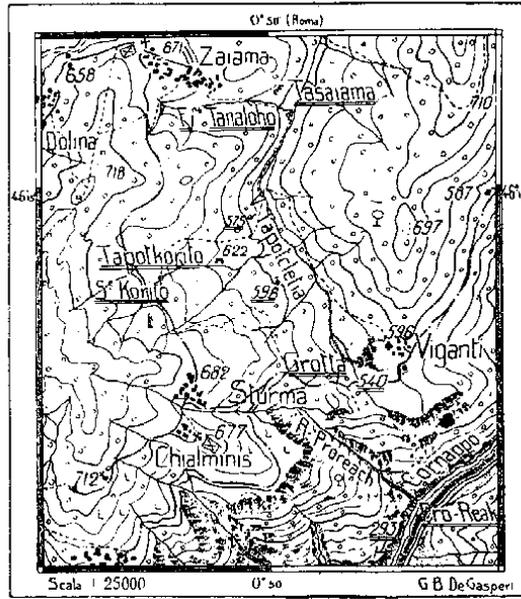


Fig. 62.^a — I dintorni di Villanova e Viganti.

tosuolo, riappare per breve tratto nella *Ta-pot-korito*, per rivedere definitivamente la luce dalla sorgente sul fondo della valle.

La grotta *Ta-pot-korito* era stata visitata una prima volta nel 1906 da alcuni soci del Circolo Speleologico. Era stato supposto allora che l'acqua che attraversa la grotta andasse a formare il ruscello della grotta di Villanova (M. F., *Bernadia*). L'ipotesi risulta assurda quando si prendano in considerazione le condizioni topografiche ed altimetriche reciproche delle due cavità. Rilevai la grotta il 22 luglio 1910, con l'aiuto dell'amico U. Micoli; vi ritornai per compiere le misure altimetriche il 27 dicembre dello stesso anno (De Gasperi, *Ta-pot-korito*). Un cenno sulla grotta è pure in Marinelli O., *Guida*, pag. 449-450.

La grotta di Villanova (*Buse di Doviza, Tasajama*) (fig. 63.^a). — La grotta si apre sul fianco occidentale della valle *Tapot-*

cletia, con due bocche poco discoste, alte m. 616 e 607 sul livello del mare, e rispettivamente 33 e 24 sul fondo della valle.

Dalla bocca più alta (Tav. I, fig. *a*) si entra nel canale principale superiore; dall'altra invece nel canale principale inferiore; a circa 200 metri dall'esterno i due canali si uniscono. Il canale superiore è in discesa verso l'interno; presenta alcuni corridoi secondari e due pozzi a fondo cieco (profondi m. 4 e m. 8); è inoltre interrotto da due salti. — Al piede del secondo salto (m. 10), da una fessura, a sud, viene un ruscello di scarsa portata, che si perde in una apertura della parete nord del corridoio; l'acqua risorge poi nel canale inferiore. |Altra cosa notevole è la presenza di una sala abbastanza vasta (m. 22).

Il canale inferiore (Tav. I, fig. *b*) è meno complicato; ha alcuni allargamenti; in esso, da un cunicolo impraticabile, verso sud giungono le acque del ruscello già ricordato. Questo segue poi il corso del corridoio.

Una cinquantina di metri dopo l'unione dei due canali è il terzo salto, di circa 7 metri, che si supera solo con scala di corda.

Più avanti il canale si biforca di nuovo: il ramo a destra più basso, e percorso dal ruscello, piega quasi ad angolo retto verso est, poi svolta a varie riprese e sbocca, dopo circa 150 metri, in un'ampia sala; il ramo a sinistra, che si apre presso la volta del corridoio, è asciutto e rappresenta un antico percorso delle acque: di esso diremo più avanti.

Seguendo il corso del ruscello, dopo una sessantina di metri troviamo, a destra, lo sbocco di un secondo corso d'acqua, che viene da una galleria assai interessante, praticabile per il percorso di circa 200 metri, costituita da una successione di stretti passaggi e vasti ambienti; una gran sala, a lato del canale, misura circa 40 metri di lunghezza.

Dove avviene la confluenza dei due ruscelli fin qui ricordati, salendo verso la volta della galleria, si può raggiungere di nuovo il corridoio asciutto superiore.

La gran sala, ove sbocca il primo ruscello, rappresenta il

punto di convegno di tutte le acque della grotta; vi giungono infatti da est un terzo ed un quarto corso d'acqua e da ovest un altro ancora. Quest'ultimo sbocca da una galleria che s'affaccia in alto sulla parete della grotta, dove non è possibile salire; gli altri due provengono da gallerie praticabili per circa 150 e 200 metri, strettissime dapprima, con vasti ambienti più innanzi.

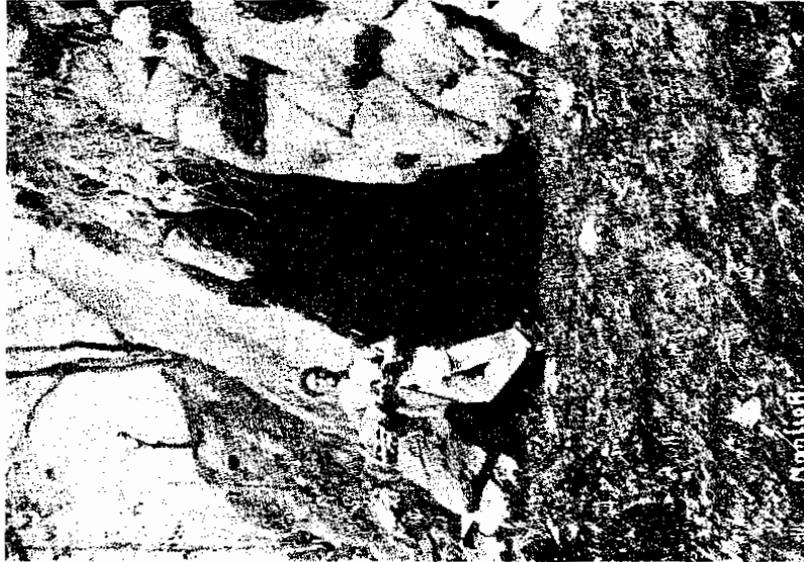
Nell'estremo nord della sala le acque riunite dei cinque ruscelli precipitano in un pozzo di 4 metri di profondità e quivi formano un ristagno con sifone (*voute mouillante*). È questo il punto più profondo della grotta.

Ritornando al canale asciutto superiore diremo che esso dopo circa 40 metri in direzione NE (Tav. II, fig. a) svolta bruscamente a NO e più avanti di nuovo a N, e termina in una stanzetta, chiusa attualmente da depositi alluvionali e concrezioni.

Ad una trentina di metri dopo la prima svolta è però un cunicolo che comunica con la galleria ove confluiscono il primo e il secondo ruscello. Venti metri più oltre, nel canale asciutto stesso, sbocca una galleria, posta su un piano più elevato, interessante per la ricchezza di incrostazioni. Finalmente, alla seconda svolta, si stacca verso ovest uno strettissimo cunicolo (Galleria del gesso), il quale permette l'accesso ad un'altra parte della grotta.

Nella regione più interna di questa troviamo il quinto ruscello, che viene da fessure impraticabili, scompare in uno dei soliti sifoni rovesciati e ricompare infine nella sala finale. La parte asciutta di questa zona della grotta rappresenta il corso abbandonato di questo stesso ruscello, ed è specialmente interessante per la ricchezza di incrostazioni calcaree e per le particolarità morfologiche (marmitte) che presenta (Tav. II, fig. b). Nel suo punto più basso, a nord, è chiusa da frane.

La storia delle esplorazioni della grotta di Villanova (fig. 64.^a) riassume, si può dire, la storia della speleologia friulana; ogni periodo di attività nello studio dei fenomeni sotterranei del Friuli comprende qualche esplorazione nella interessante cavità che per lunghi anni rimase conosciuta incompletamente. Ora il rilievo ne è



a) Ingresso superiore.



b) Ingresso inferiore.

La Grotta di Villanova.

completo; lo sviluppo totale delle gallerie è di 2491 metri, il massimo per le grotte italiane.

La grotta di Villanova è ricordata ancora nel 1876 da G. Marinelli (*Annuario*). Essa fu la prima grotta friulana esplorata, con intento di studio, da parte di S. Leskovic (*Villanova*), che visitò il canale superiore fino al terzo salto e ne diede una descrizione sommaria. Nel 1893 O. Marinelli, con A. Lazzarini e S. Leskovic, rilevò il canale superiore fino alla sala e alcuni canali se-

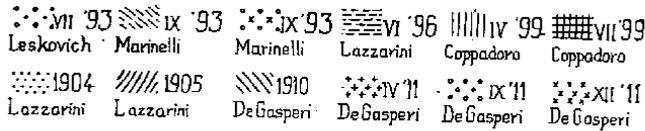
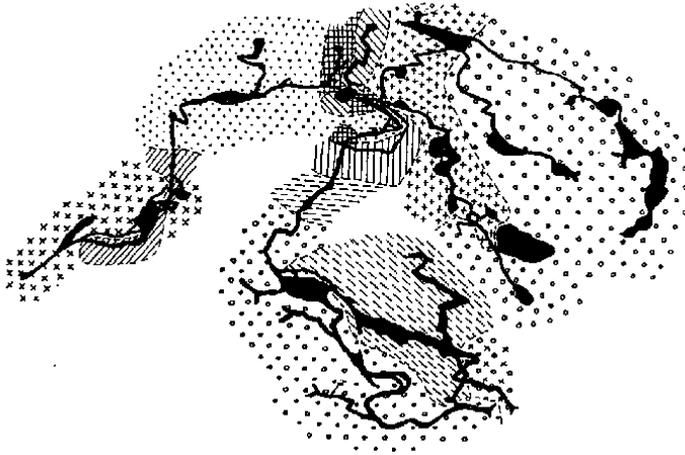


Fig. 64.^a — La storia delle esplorazioni nella grotta di Villanova.

I rilievi della parte esplorata fino al 1893 sono di O. Marinelli, quelli successivi di G. B. De Gasperi. - Scala 1:4000.

condari; in altra visita, con C. Carlini, S. Leskovic e M. Geiger, rilevò il canale superiore fino al terzo salto e la parte più interna del canale inferiore; in altra ancora, con P. Della Giusta e G. Cussig, compì il rilievo del canale inferiore. Nel 1896 Lazzarini, Leskovic, Coppadoro e altri superarono il terzo salto esplorando un tratto di canale al di là di esso. Nello stesso anno O. Marinelli visitò altre due volte la grotta, e scese pure dal terzo salto.

Delle sue esplorazioni e dei risultati ottenuti Marinelli (O.) diede relazione nel suo lavoro sui *Dintorni di Tarcento* e ne rias-

sunse i dati principali in altra pubblicazione (*Prealpi Giulie Occidentali*). Intanto la grotta era già stata esplorata, nel primo corridoio, anche da A. Tellini (*Peregrinazioni*), ed A. Lazzarini (*Leggenda di Villanova*) aveva raccolta e pubblicata una leggenda relativa alla cavità. Nell'aprile 1893 A. Coppadoro (*Un'altra visita*) con Bixio Novelli ed U. Gropplero, passato il terzo salto, esplorava e rilevava approssimativamente un tratto di canale, fino ad un punto che fu detto quarto salto, denominazione che ho conservato nella mia nuova pianta, per non creare confusioni; e gli stessi esploratori, nel luglio dello stesso anno (Coppadoro, *Ancora Villanova*) raggiungevano il fondo del corridoio delle marmitte, ove nel 1910 trovai ancora i loro biglietti da visita. Dopo le interessanti esplorazioni del Coppadoro, per opera di soci del Circolo Speleologico ne furono condotte a termine altre due, nell'agosto 1904 e nel maggio 1906 (A. L., *Nuova esplorazione*). Nella prima fu visitato tutto il corridoio ad ovest del quarto salto, fino alle « colonne »; nella seconda il resto di tale canale, fino al sesto salto. I rilievi eseguiti in queste due esplorazioni, fatti come semplici schizzi approssimati, non mi servirono per la mia pianta che fu fatta, *ex novo*, dal terzo salto in avanti. Dei fatti osservati nelle esplorazioni si valse però il Lazzarini in alcune sue pubblicazioni (*Bernadia; Sprofondamento*).

Nella grotta di Villanova, dopo alcune brevi visite compiute in precedenza, feci una prima esplorazione con G. Sadnig nell'agosto 1910. Calati dal terzo salto rilevammo con cura, in 23 ore di esplorazione, un percorso di 566 metri, quanti ne corrono dal salto fino alla sala I (G. B. D. G., *Grotta di Villanova, Troglophilus, Vita sotterranea*). Il 13 aprile 1911 tornai alla grotta, con M. Rodaro e vi passai oltre 25 ore rilevando 368 metri di percorso, lungo il primo ruscello, la sala finale, il secondo ruscello, il corridoio I, e il quinto ruscello fra la sala I ed il sesto salto (*Troglophilus, Villanova*). Con lo stesso compagno feci, i giorni 9-10 settembre 1911, altre 28 ore d'esplorazione e rilevai 487 metri di percorso, lungo il canale del secondo, del terzo e del quarto ruscello (*Troglophilus, Una nuova esplorazione; DeGasperi, Grotta di Villanova*); ed infine dal 28 al 29 dicembre dello stesso anno, sempre col medesimo compagno, compiei l'esplorazione e il rilievo della grotta, risalendo per quanto è possibile il quinto ruscello (*Troglophilus, La grotta più lunga*). Di tutte le osservazioni eseguite durante il corso delle mie visite non diedi finora che brevi cenni in articoli di carattere turistico (oltre i citati vedi

De Gasperi, *La grotta più lunga*) e in un resoconto che fu riassunto da E. A. Martel (*Grotte de Villanova*). Nella *Guida* di O. Marinelli (pag. 446-47 e 760-762) pubblicai anche la pianta della grotta.

Voragini di Poùjak. Sul fianco destro della valle del R. Dou-pologo (Monteaperta), fra la Reg. Prièseca e le cas. Poùjak si aprivano quattro voragini, la cui bocca fu chiusa per impedirvi la caduta degli animali pascolanti. Il 28 settembre 1910, con l'amico G. Z u l i a n i, riuscii a liberare la bocca di due di esse dai massi che la ingombravano, ed a calarmi al fondo.

La prima voragine (fig. 65.^a) a 575 m. circa sul mare, si

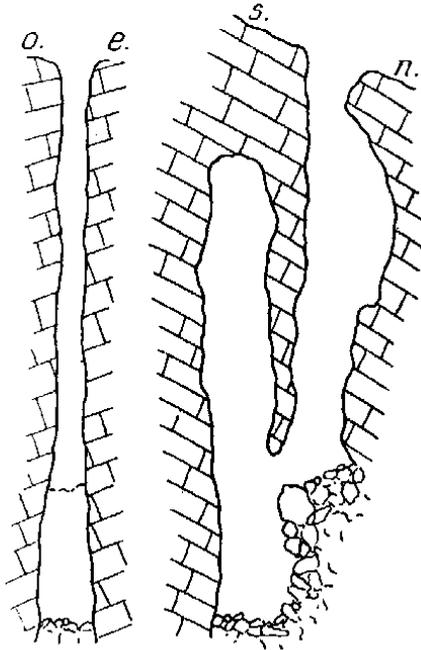


Fig. 65.^a — Prima voragine della Poùjak.
Sezioni verticali. - Scala 1:250.

apre in mezzo ad un prato, con una bocca assai stretta. Ha l'aspetto di una fessura allargata; è scavata nelle arenarie calcaree dell'eocene. A 14 metri di profondità è un ripiano formato da detriti rocciosi caduti; di là si scende, verso nord,

per 4 metri, su un ripiano più basso. Al di sopra di questo si prolunga una specie di camino ascendente la cui sommità è a poca distanza dalla superficie del suolo.

La seconda voragine (fig. 66.^a) è alquanto più ampia ma fonda appena 7 metri perchè in parte artificialmente riempita. Si apre un po' più in alto, nelle stesse arenarie compatte.

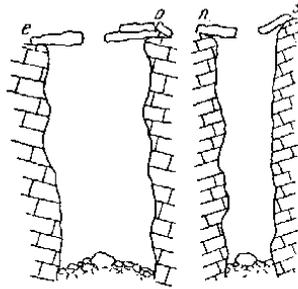


Fig. 66.^a — Seconda voragine di Poujak.
Sezioni verticali. - Scala 1:250.

La grotta di Vedronza (fig. 67.^a). E' detta anche grotta del *Cerni-Patok* (Rio nero) dal nome dato al torrente che ne sbocca dopo le piogge.

Si apre sulla sinistra del torrente Torre, a 315 m. sul mare, a pochi metri sopra il livello del greto del torrente. È sca-

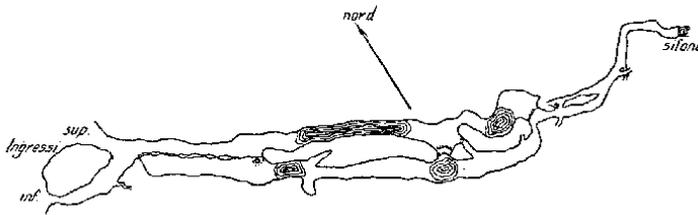


Fig. 67.^a — La grotta di Vedronza.
Pianta. - Scala 1:1500.

vata totalmente nel calcare a camacee della creta superiore. Ha due bocche vicine che però si riuniscono a poca distanza dall'esterno; poi vi sono due canali, uno più basso, l'altro ad un livello di qualche metro più alto, che spesso comunicano tra loro.

Quello basso non è sempre praticabile perchè sovente occupato da acqua che vi forma sifone; l'altro, angusto e assai

incomodo, permette di giungere nella parte più interna della cavità. A circa 120 metri dall'esterno i due canali si uniscono e continuano, in discesa, in un ampio corridoio unico, che termina in un sifone (m. 302 sul mare), a 165 metri dall'ingresso. Vari sono i cunicoli laterali. Il percorso totale delle gallerie è di circa 300 metri.

La grotta è interessante per il regime idrografico cui è soggetta. Dopo le piogge, similmente a quanto avviene nella Pre-Oreack, l'acqua del sifone monta rapidamente nelle gallerie, e ben presto un torrente impetuoso riempie la grotta, sgorga dalla bocca inferiore, e va a scaricarsi nel Torre. Nell'interno trovai in un' esplorazione un pezzo di legno fluitato, dalla cui presenza s'immagina che la grotta abbia, come la Pre-Oreack, una comunicazione coll'altopiano. Feci delle ricerche nella soprastante valle delle C. Tapotbarich, una valle piana, letteralmente crivellata da doline e pozzi, da far supporre che proprio in quella regione si raccolga la massa di acqua che va a formare il Cerni Patok. Non trovai però nessuna ampia cavità assorbente che possa dar adito ad una corrente già formata. Fra i materiali di trasporto, nell'interno della grotta, trovai delle ghiaie provenienti da rocce eoceniche, le quali formano la parte più elevata dell'altopiano.

Nel 1894 fu compiuta da O. Marinelli la prima visita nel tratto più superficiale della grotta di Vedronza (Marinelli O., *Dintorni di Tarcento*); otto anni più tardi, Lazzarini e Coppadoro visitando di nuovo la grotta ebbero occasione di presenziare ad una delle improvvise piene cui essa va soggetta (Lazzarini, *Due grotte*). Io la visitai i giorni 8 e 10 luglio e 2 novembre 1908 assieme al collega U. Micoli, e potei trovar modo di seguire assai oltre il punto raggiunto dai precedenti esploratori.

Il giorno 8 gennaio 1909, con G. Sadnig, completai l'esplorazione e feci il rilievo della cavità. (De Gasperi, *Alcune grotte, Vedronza, Grotta di Vedronza*). Finalmente, in una nuova visita il 30 luglio 1910, ricavai una serie di dati termometrici e barometrici in vari punti dell'interno (De Gasperi, *Vedronza*). Un cenno su questa grotta è a pag. 438-439 della *Guida* di O. Marinelli. Vedi pure: Feruglio (E.), *Vedronza*.

Altre grotte e voragini del Bernadia. Oltre quelle descritte si trovano nel Bernadia altre cavità di minore importanza che vanno comunque ricordate.

La voragine *Bog-vari* si apre nel calcareo cretaceo sul fianco orientale della valletta Dobice, in regione Ta-pot-celan, presso la mulattiera che da Torlano conduce a Cialminis. La bocca è stretta, il fondo largo m. 7×5 ; la profondità di m. 11. Sul fondo è il solito ammasso di depositi detritici (M. F., *Bernadia*). Circa 600 m. a sud-ovest di Borgo di Mezzo è un'altra voragine detta *Rupa Puliečna*.

Poco a valle della Ta-pot-korito, sulla sinistra del rivolo che scende dal Laip, a 598 m. sul mare sgorga una sorgente, al contatto fra gli strati arenaceo-marnosi e quelli breccioli-feri calcarei; lungo lo stesso contatto, a 5 metri di distanza, a 2,50 più in alto è una *grotticella*, antico sbocco, ora asciutto, della sorgente (fig. 68.^a). Il penetrarvi, anche per tre o quattro metri, è estremamente faticoso; però, all'interno, si ritrova il corso d'acqua che si avvia alla sorgente. (D e G a s p e r i, *Ta-pot-korito*).

Sul fianco occidentale del M. Bernadia, nella regione di Crosis, a 340 m. sul mare, è la grotticella detta *la Mate* (fig. 69.^a). È scavata nei calcari cretacei, lunga circa 43 metri, poco interessante.

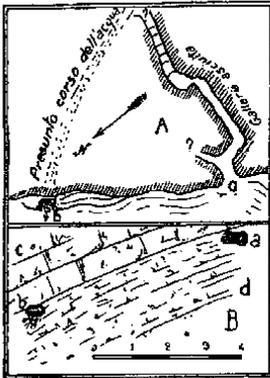


Fig. 68.^a — Grotticella sotto la Ta-pot-korito.
A, pianta; B, sezione. - Scala 1: 200.

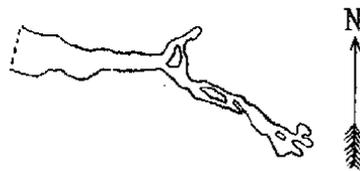


Fig. 69.^a — La grotta di Crosis.
Scala 1: 1000.

Gli abitanti di Ciseriis hanno intessuto delle curiose leggende su questa grotta (Armellini, *Grotta del Vescovo*), e la ritengono assai lunga. Fu esplorata e rilevata da O. Marinelli (*Dintorni di Tarcento*).

Un'altra *grotta* presso Ciseriis e due *voragini* presso Usiunt furono citate da Lazzarini (*Bernadia*).

10. *Grotte nei colli terziarî e morenici*. — I colli fra il Tagliamento e le falde dei monti da Artegna a Tarcento, chiudenti a sud la platea del Campo di Osoppo, sono nella massima parte morenici; il Colle di Buia e pochi altri nella zona orientale sono eocenici; il M. di Ragogna, il colle d'Osoppo ed i rilievi di Susans sono di conglomerati miocenici. L'eocene è rappresentato dalla facies arenaceo-marnosa, quindi in nessuna parte di questa zona si trovano vere e proprie rocce carsiche. Comunque i conglomerati quaternari e quelli miocenici, più o meno fessurati, hanno dato origine a fenomeni simili a quelli carsici, di un certo interesse, come le doline alluvionali nelle morene di Fontanabona e Rive d'Arcano (De Gasperi, *Doline alluvionali*) e le cavità dei colli di Ragogna e Susans (Lorenzi, *Conglomerati messiniani*). Per questo nostro studio meritano menzione solamente due di tali cavità, situate sul m. di Ragogna: la *Buse de lis Aganis* a 412 metri sul mare, fessura obliqua lungo un piano di stratificazione, profonda 9 metri; e la *Ceule de Perteade*, cavità assorbente profonda m. 17, a 450 metri sul mare. Sul monte di Ragogna stesso, con un riuscito esperimento colla fluorescina, fu provata la risorgenza dell'acqua di una sorgente che veniva assorbita nei conglomerati (Fratini, *Ragogna*).

Nel colle di Osoppo, verso mezzodi, si apre un piccolo antro, forse allargato artificialmente, profondo 27 metri (Lazzarini, *Caverna di Osoppo*). Un'altra grotticella, la *Buse de Crete*, formata da un'unica saletta fonda 9 metri, è nel conglomerato quaternario di S. Floriano di Buja (Feruglio, *Buja*).

11. *Grotte e voragini delle Alpi Carniche*. — I limiti delle Alpi Carniche sono: il corso della Drava e della Zeglia, il passo di Camporosso, il corso del Fella e del Tagliamento, il passo del Mauria, il Rio Mauria, il Piave, il R. Padola, il passo del M. Croce di Sesto ed il Rio di Sesto. La zona compresa entro questi limiti è notevolmente estesa, e assai complicata è la disposizione dei terreni, tanto che riuscirebbe ben difficile tracciarne in brevi cenni la fisionomia e la distribu-

zione. Il cretaceo, con i suoi calcari che ben si prestano allo sviluppo del fenomeno carsico, manca del tutto, e così dicasi dell'eocene a facies calcarea che nelle Prealpi Giulie ospita il maggior numero di grotte e voragini. I terreni paleozoici hanno bensì zone calcaree, e così quelli secondari antichi e medi, con calcari più o meno dolomitici, ma in genere si rivelano tutti assai poveri di grotte. Ciò è dovuto in parte alla tectonica complicata, e meglio piuttosto alla morfologia, mancando in generale le forme ad altopiano, ed anche al fatto che la regione fu, durante il quaternario, invasa dai ghiacciai.

I conglomerati terziari e quaternari della valle del Tagliamento hanno piccole cavità, alcune delle quali dovute alla presenza dei gessi nel sottosuolo. I gessi secondari offrono pure ricchezza di forme carsiche superficiali.

Dirò più sotto delle grotte scavate nei conglomerati; ora mi limiterò ad un cenno sulle altre cavità carsiche della Carnia, pochissime delle quali furono esplorate.

G o r t a n i (*Alcune grotte*) ricorda la *grotticella della malga Collinetta*, alle falde della Creta di Collina, fra cas. Collinetta di sopra e Monumenz, a circa 1700 m. sul mare, nel calcare devoniano; la bocca mette in un cunicolo verticale ascendente. Cita pure parecchie *grotte sul m. Gieu*, nei calcari dolomitici infraraibliani fra casere Tuglia e Gieu alta, ed una *caverna*, sulla parete nord-ovest del m. Gieu, verso i 1800 metri, dalla quale, dopo le piogge, sgorga acqua. Sul versante meridionale del M. Avanza, ove i calcari devoniani quasi verticali vengono al contatto con scisti carboniferi contorti, vi sono *piccole voragini* scavate lungo il contatto.

A proposito di alcune leggende L. G o r t a n i (*Usi, costumi*) ricorda una *caverna nel Cret das Aganas* presso Maranzanis, la *buse das Aganas* nel Cret del Purcîl presso Rigolato, le *caverne dai Salvans* di Vinaio, la *grotta tas Navâls* nel Canal di S. Canciano e la *Ciamarate di Ciampeis* presso Prato Carnico. Quest'ultima era stata citata anche da G. M a r i n e l l i (*Annuario*) e fu descritta da F r a t i n i (*Grotta di Prato*); non è che un antro praticabile per pochi metri, dal quale sgorga una sorgente, situata sulla destra della Pesarina di fronte a Prato Carnico.

Lazzarini (*Grotte friulane nella storia*) parla della *Grotta del Remit* presso Comeglians. Sulla sinistra del R. Suttina, in Canal di Gorto, è la *grotticella di Barbe Domeni*, una cavità piccolissima, di scarsa importanza.

Sul M. Avedrugno fu segnalata una *voragine*, e un'altra ancora sul M. Forchia nella valle del R. Miozza.

La *Caverna del M. Corbolàn* (fig. 70.^a) è a circa 820 metri sul mare, a nord della cima del M. Corbolàn. È una ampia cavità scavata dalle acque di stillicidio che si raccolgono in alcune doline esistenti nel ripiano erboso soprastante situato ad est del Corbolàn (De Gasperi, *M. Corbolàn*).

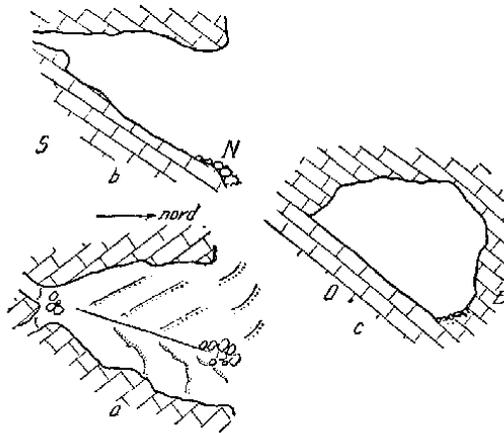


Fig. 70.^a — Caverna del monte Corbolàn.

a, pianta; b e c, sezioni longitudinale e della bocca. - Scala 1:500.

In comune di Raveo Ciconi (*Udine*) e G. Marinelli (*Annuario*) citano la *Grotta dei Romani* che forse è tutt'una cosa con la Buse dai Pagans di Majaso.

Le *grotte di Timau* erroneamente descritte da Lazzarini (*Grotte di Timau*) come cavità naturali, sono invece più probabilmente antiche gallerie di miniere di calcopirite (Marinelli G., *Carnia*, pag. 375; Marinelli O., *Studi orografici*, pag. 60).

M. Gortani (*Alcune grotte*) parla anche di *voragini sul M. Tersadia*, nei calcari dolomitici del Trias medio, la più

notevole delle quali a 1800 m. non lungi da cas. Tersadia alta, con neve anche nella stagione calda; e di *voragini sul M. Pal piccolo*, nei calcari neodevonici.

Il *fontanon della Cercevesa* nel canale d'Incarajo deve essere una delle solite grosse sorgenti, con soprastanti grotte di sbocco intermittente, a giudicare da quanto ne è riferito in *Venerio (Osservazioni meteorologiche, pag. CLXI)*: «... nella suddetta valle d'Incarajo... si manifestano quattro grandiose fonti intermittenti, le quali ingrossano per oltre un mese il torrente Chiarsò, rendendolo atto alla fluttuazione del legname. Esse fonti hanno differenti altezze sul livello del mare; la più bassa circa m. 1050, la più elevata m. 1400; e sorge prima la inferiore, indi in brevi giorni le altre, sgorgando ognuna ad un tratto con grande impeto e fragore. Gli abitanti della valle, a molti chilometri all'ingìù, si accorgono di queste comparse dall'improvviso accrescimento del torrente ».

La *Ciase dai Gàns* di Lauco è una grotta, in parte artificiale, che fu abitata in tempi preistorici (*Lazzarini, Lauco*).

Il *pòz d'aur*, dove è leggenda che Attila abbia rimpiazzato le sue ricchezze (*L. Gortani, Usi e costumi*), trovasi sul Cuel Taront di Raveo, poco a sud est della cima quotata 610. È una lunga fessura che presenta in un punto un allargamento di m. 2-4, per la lunghezza di 7 metri (fig. 71.^a). La profondità non potei scandagliare, ma deve esser rilevante. Questa cavità non ha nulla a che vedere con le cause che originano i fenomeni carsici comuni; si tratta di un caso tutto speciale. Il Cuel Taront è formato da strati calcarei, diretti da nord ovest a sud est e fortemente inclinati a nord est, i quali poggiano su una zona di gessi. Il versante nord-orientale del monte è a dolce pendio, secondo le superfici degli strati; quello sud occidentale è invece assai erto, formato in alto dalle testate degli strati, sotto da un accumulo di materiali di frana. La fessura non è altro che uno spacco dovuto allo scostarsi dalla massa del monte della fetta più esterna, parallelamente alla parete diruta, forse in relazione con erosioni avvenute nei sottostanti gessi. Gli enormi cumoli di

frana certo non rappresentano che resti di simili fette, staccate così a ventaglio e poi cadute.

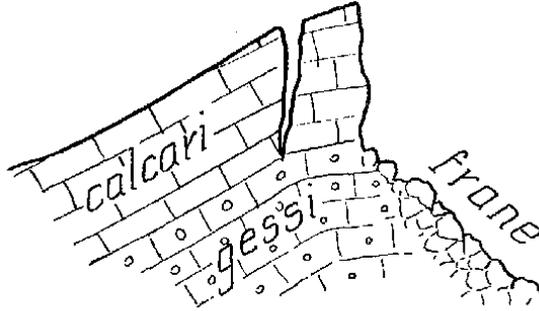


Fig. 71.^a — Il pòz d'aur sul Cuèl Tarond.

Citerò infine, la *grotticella del M. Vier*, indicata dal Coppadoro (« In Alto », IX, 1898, pag. 61); la *Grotta dei Briganti* lungo il R. Marodia, a picco sul torrente omonimo, sulla strada che unisce Forni di Sotto a Forni di sopra (Marinelli G., *Annuario*; Lazzarini, *Grotte friulane nella storia*); la *Scarloffa di Poasso* lungo il Torr. Misiat nell'alta valle del Tagliamento; e le *grotticelle presso Caneva di Tolmezzo*, scavate nei calcari del Trias medio (Gortani, *Alcune grotte*). Quest'ultime, di minima importanza, assieme a tre altre poco notevoli presso Casera Val di Collina (Alto Can. di S. Pietro) furono visitate nel 1913 da D. Micheletto (Carnia).

Le cavità nei conglomerati della Valle del Tagliamento. La più importante è la *Buse dai Pagans* a 504 metri sul mare, sul ripiano di conglomerato ad oriente di Majaso. Si scende dapprima quasi verticalmente per 9 metri; poi si entra in una sala, lunga una ventina di metri, alta due a quattro, in ripido pendio. Nella sala la temperatura è sempre assai bassa; vi si raccolgono delle stallattiti lunghe ed esilissime.

La *buse dai Pagans* è fra le prime grotte citate in Friuli (Marinelli G., 3.^o *Annuario*). Fu illustrata dal Marinoni (*Grotta di Ceule*) e da O. Marinelli (*Buse dai Pagans; Studi orografici*).

La *grotticella del Criviell* presso Socchieve è una piccola cavità, prodotta da erosione di acque di stillicidio nell'arenaria del colle Criviell. Questo deve il suo nome, — che, tradotto, significa staccio, vaglio, — alla presenza di numerosissime fessure d'erosione che assorbono le acque meteoriche. Ha andamento assai irregolare, come si può vedere dall'unita pianta (fig. 72.^a). Dovette esser percorsa da piccole correnti, che ora si scaricano da due sorgentelle più basse. (Lazzarini, *Dintorni di Socchieve*).



Fig. 72.^a — Grotticella del Criviell.

In quel di Socchieve apresi, lungo il rio omonimo, la *grotticella del R. Filuvigne* (fig. 73.^a), a circa 300 metri a monte del ponte della carrozzabile. La bocca è rivolta a nord, alta m. 3, larga m. 10. La grotta scende in ripido pendio verso l'interno per una ventina di metri (Miccoli, *R. Filuvigne*).

La *grotticella presso Madonna del Ponte* non è che un piccolo antro, profondo 6-7 metri, dovuto in parte ad allargamento di fessure, in parte a frane. Non ha nessun interesse.

Di questo tipo è pure una grotticella, nota col nome di *Buse dal Fornat* nel colle di Invillino. Si tratta di un' unica fessura allargata dall'azione delle acque filtranti (De Gasperi, *Invillino*).

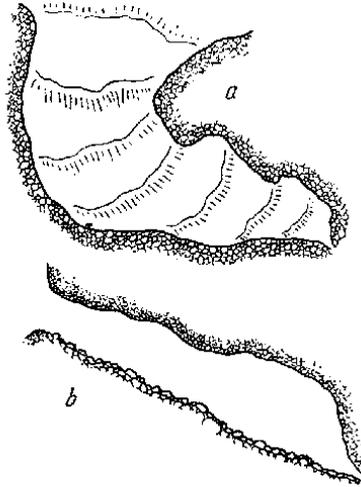


Fig. 73.^a — Grotticella del R. Filuvigne.
a. pianta; b. sezione longitudinale. - Scala 1:500.

12. *Grotte e voragini delle Prealpi Tramontine*. — Della intera regione delle Prealpi Carniche considero separatamente le Tramontine ed il Gruppo del Cavallo, il quale ultimo, con i suoi altopiani del Cansiglio e del Cavallo, assume tale importanza speleologica da dover esser studiato a sè. Le Tramontine sono limitate dal Passo del Mauria e dal Tagliamento fino al suo sbocco in pianura; dalla pianura fra Tagliamento e Cellina; dal Cellina fino alla confluenza col Cimoliana; dal Passo di S. Osvaldo e dal Torr. Vajont; quindi dal Piave fino alla confluenza del Rio Mauria.

La regione è in gran prevalenza costituita da calcari dolomitici del trias con fascie di calcari selciferi giuraliassici. Solo la zona submontana è di terreni cretacei o più recenti, e nei bacini di Erto e Claut affiorano la scaglia e il terziario (eocene a facies marnosa). Le zone più interessanti speleologicamente sono quelle verso la pianura, con gli ellissoidi cretacei del

M. Jôf, del Ciaurlecc e del M. Prat. L'eocene è assai ridotto e vi manca la zona inferiore calcarea; perciò non ha importanza dal nostro punto di vista.

Il *fontanon del R. Negro*. È una grossa sorgente temporanea, a getto intermittente, irregolare, che sbocca da una grotta, detta *la Rimine* (fig. 74.^a), a 723 metri sul mare sulla destra del R. Negro (Tagliamento) presso gli stavoli Fontanon. La grotta è scavata negli strati di dolomia bituminosa del retico; si può percorrere, discendendo, per 50 metri fino ad un sifone, ove lo specchio d'acqua è a 18 metri sotto il livello dell'ingresso.

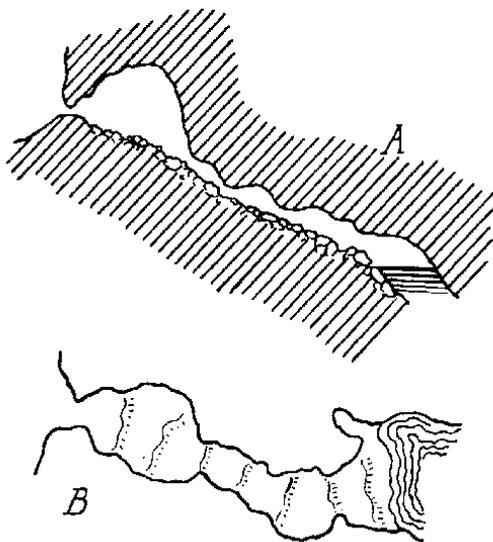


Fig. 74.^a — La grotta del fontanon di R. Negro.

A, sezione; B, pianta. - Scala 1:1000.

Nelle piene l'acqua rimonta con violenza nel braccio del sifone e sgorga all'esterno; poi si trattiene qualche tempo a livelli via via decrescenti. La volta della grotta è di roccia, il suolo di ciottoli ben arrotondati.

Negli anni 1874-75 il Fontanon di Rio Negro fu visitato da G. Marinelli che vi compì delle misure altimetriche e di temperatura. Nei due scritti ove fa relazione di queste osservazioni

(*Rilievi altimetrici*, pag. 31-47; *Materiali*, pag. 21-51), il Marinelli dà anche alcuni cenni sulla grotta; cenni che riporta poi nell'*Annuario* (pag. 65) e nella *Guida della Carnia*, (pag. 497). C. Mantica lo visitò due volte, a vent'anni di distanza (*Rio Negro*). A. Coppadoro infine (*Rio Negro*) ne compì l'esplorazione e il rilievo il 10 agosto 1899 assieme ad A. Lazzarini.

La *Ricèule di Val* (fig. 75.^a). Col nome di *Ricèule* o *Rincèule* è nota ai pastori della malga Val, sul Verzegnis, una profonda voragine, scavata nel calcare giurese a strati quasi orizzontali, a circa 1550 metri sul mare. La bocca ha forma di fessura, e misura m. 7 X 2; la cavità si presenta come un pozzo verticale, un po' allargato verso il basso, fondo m. 62. Sul fondo perdura, anche nell'estate, la neve. Lateralmente al fondo del primo pozzo, verso nord, è un altro pozzo minore, fondo 7-8 metri, che si continua verso l'alto con fessura a camino.

La voragine del Verzegnis è citata ancora dal Girardi (*Storia fisica*, Vol. 2.^o, pag. 73) come bocca di un antico cratere! Ne confermò la presenza M. Gortani (*Alcune grotte*) e fu esplorata nel luglio 1913 da G. Cleva (*Leggenda; Verzegnis*).

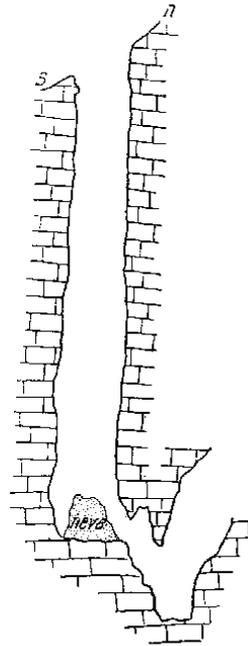


Fig. 75.^a — La Ricèule di Val.
Sezione verticale. - Scala 1:1000.

Grotta Corona (fig. 76.^a). Alle falde del M. Faeit, a circa 600 metri sul mare, scavata nel calcare giurese. È lunga in tutto 35 metri e consta di quattro stanzette unite da corridoi, tutti rivestiti di belle incrostazioni. È un'antica grotta di sbocco, attualmente, nel suo tratto superficiale, inattiva. Dopo le piogge nella stanzetta finale compare dell'acqua, che esce poi all'esterno passando sotto alle croste stalagmitiche del corridoio d'accesso.

La grotta Corona fu esplorata e rilevata da M. Gortani (*Grotta Corona*). Io la visitai il 9 luglio 1909, dopo forti piogge, e la trovai, nell'ultimo tratto, invasa dall'acqua (*De Gasperi, Corona*).

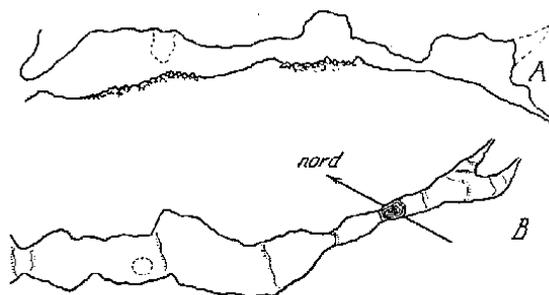


Fig. 76.ª — Grotta Corona.

A, sezione longitudinale; B, pianta. - Scala 1: 500.

La *Ciase de lis Aganis* presso Anduins. Si trova a 473 metri sul mare, sulla destra del R. Barquèt, tra Anduins e Vito di Asio (fig. 77.ª). È scavata nel calcare cretaceo, non lontano dal contatto fra questo e le rocce eoceniche.

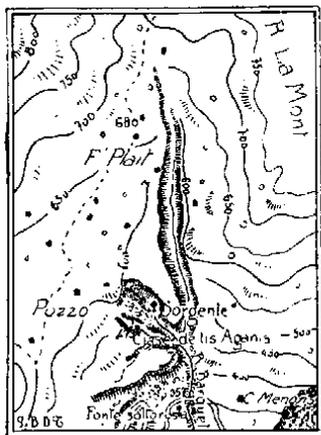


Fig. 77.ª — I dintorni della *Ciase de lis Aganis*.
Scala 1: 25 000.

L'apertura è ampia (m. 4 × 6), rivolta ad est. La grotta (fig. 78.ª) consta di un'unica galleria, poco accidentata, diretta da est a ovest, lunga 305 metri; a un po' meno di metà percorso è un piccolo corridoio laterale, lungo una trentina di metri.

La galleria ha forti dislivelli; è interrotta da sei pozze d'acqua, profonde circa 1 metro al massimo, e termina in un sifone. Dopo le piogge ne esce un torrente.

La *Ciase de lis Aganis* è fra le poche grotte nominate dal Ciconi (*Udine*) nel 1862. La ricorda poi I. Pirona nel *Vocabolario friu-*

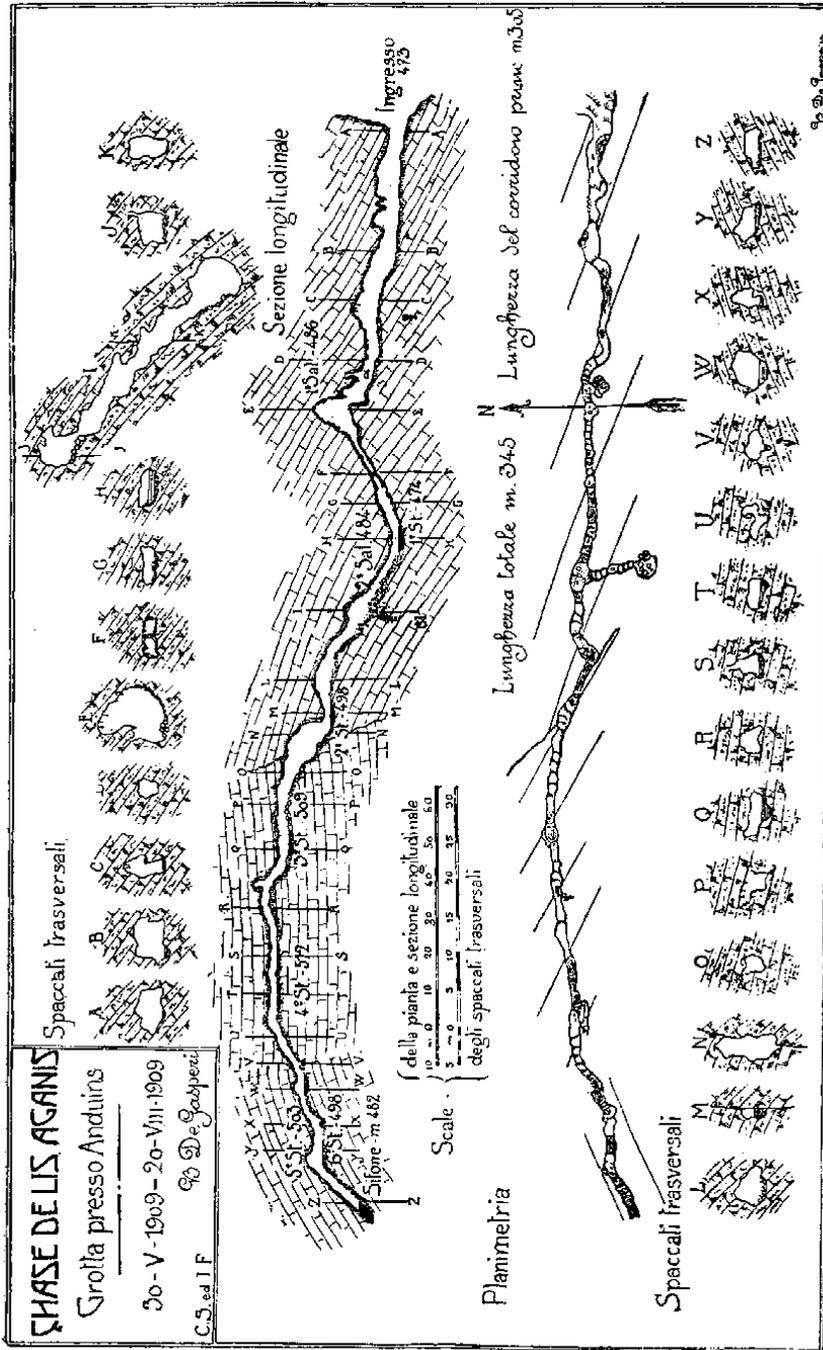


Fig. 78.^a — La Ciasse de lis Aganis.

lano (Venezia, 1871) a pag. 344, alla voce *Sagùne*. G. Marinelli, nell'anno I dell'*Annuario*, riporta le parole del Ciconi.

In occasione dell'inaugurazione della strada Regina Margherita, fu pubblicato un numero unico nel quale era la leggenda *La çhasa de las saganas*, relativa alla grotta; leggenda che fu poi riportata nelle « Pagine Friulane », anno IV, 1891, n. 10.

In quanto all'esplorazione, sembra che una visita alla grotta sia stata fatta dal prof. A. Tellini; ma non se ne hanno dati sicuri. Più tardi, per breve tratto, la visitò G. Feruglio.

Il 20 maggio 1909 io la esplorai per i primi 250 metri col consocio U. Micoli, e il 30 dello stesso mese, con gli amici G. Sadinig ed E. L. Martin, feci il rilievo del 1.º tratto, fino a 130 metri dalla bocca (De Gasperi, *Ciase de lis Aganis*, I). Il 20 agosto 1909 poi, con R. Cosattini, M. Rodàro e G. Sadinig, completai l'esplorazione e il rilievo (De Gasperi, *Ciase de lis Aganis*, II).

Fontanoni in Val del Cosa. Nella valle del Cosa, ai piedi dell'altipiano cretaceo del Ciaurleco, sgorgano due grosse sorgenti note col nome di Fontanon de Siere e Fontanon del Cosa. Il Fontanon de Siere sbocca a 220 m. sul mare, sulla destra del Cosa, presso la borgatella di Mulinaris. Le polle sono parecchie, grosse e perenni. Poco più a monte, dallo stesso lato, a circa 250 m. sul mare, è l'uscita del Fontanon del Cosa. Si tratta di una grotticella praticabile per pochi metri, poi occupata dall'acqua che esce da strette fessure.

Quasi di fronte al Fontanon del Cosa, sull'altro fianco della valle, è la grotta del *Ciùcch dai gnòtui*, piccola cavità, con due sbocchi, dalla quale, dopo le piogge, esce l'acqua assorbita nel soprastante altipiano. Non fu ancora del tutto esplorata (Feruglio Eg., *Fontanon del Cosa, Fontanon de Siere*).

Il *Fornàt di Meduno*. Si apre nella valletta del Rugo dei Molini, nella destra della strada che da Meduno conduce a Tramonti (fig. 79.^a), a circa 353 metri sul mare, al contatto fra la scaglia rossa ed una breccia quaternaria a grossi elementi che la riveste a guisa di grande crostone. La bocca

si presenta come una larga nicchia sul cui fondo sono le aperture di due stretti cunicoli; da quello più basso, per il quale si entra, esce un piccolo ruscello. Per una cinquantina di metri il canale è basso e angusto, sempre in salita, percorso dal ruscello, e scavato nella breccia; poi si entra in



Fig. 79.^a — I dintorni del Fornat.

una saletta lunga 22 metri e larga 10, il cui fondo è di scaglia rossa, le pareti e la volta di calcare brecciato. Da un'apertura nella volta, verso sud, cade l'acqua del ruscello. Raggiunta l'apertura, con una scala, si può seguire ancora il corso del ruscello per un'ottantina di metri, in un corridoio basso e angustissimo che diventa infine impenetrabile (fig. 80.^a).

Il *Fornat* fu esplorato fino alla sala dal Coppadoro (*Fornat*) con altri soci del C. S. nel 1903. Io lo visitai il 15 luglio 1909 (De Gasperi, *Fornat*), e ne compii l'esplorazione il 22 agosto dello stesso anno, coi colleghi R. Cosattini, M. Rodaro, G. Sadnig. (De Gasperi, *Fornat di Meduno*).

Il *Fontanon dal Toff*. È una delle grosse sorgenti che sgorgano dalla dolomia principale, del tipo di quelle, già de-

scritte, della Valle di Raccolana. Sbocca da una piccola grotticella, a circa 650 m. sul mare, sulla sinistra del R. Valcalda presso Tramonti di Sopra; e confluisce col rio stesso, dopo aver fatto una bella cascata (fig. 81.^a). La grotta



Fig. 81.^a — La cascata del Fontanòn dal Toff.
(Schizzo a penna).

(fig. 82.^a), per se stessa, ha minima importanza, essendo formata da una piccola saletta con un cunicolo laterale; l'acqua rimonta, da un sifone, proveniente da sud-est.

Visitai il *Fontanon dal Toff* il 15 luglio 1909, assieme al collega Umberto Micoli (De Gasperi, *Fontanon dal Toff*).

L'*Antro scuro* (fig. 83.^a). Si apre sulle falde settentrionali del M. Rossetum, a circa 1200 m. sul mare, nel Bosco Lesis in quel di Claut. L'entrata è maestosa e amplissima: misura circa 15 metri di larghezza e il doppio circa d'altezza; segue

una galleria a mo' d'imbuto, lunga 60 metri, larga al fondo 4 metri. Al di là la grotta s'allarga di nuovo (m. 12) e prosegue, sempre verso ovest, per altri 40 metri. La volta s'ab-

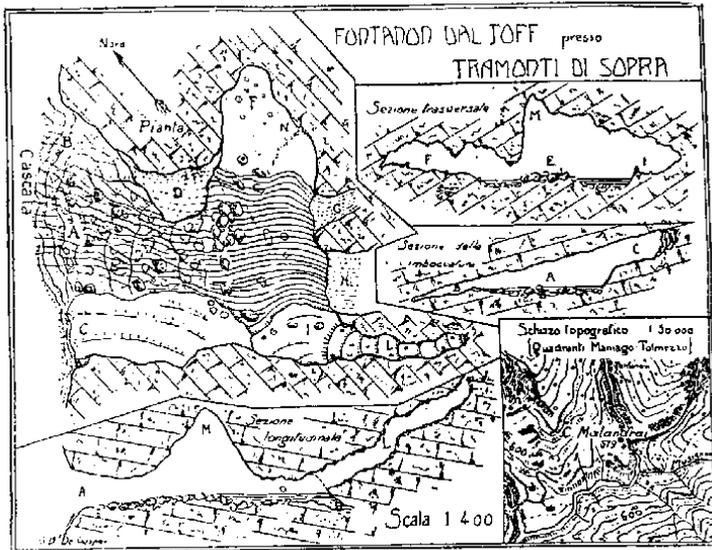


Fig. 82.^a — Grotta del Fontanon dal Toff.

bassa e costringe ad avanzare carponi per qualche metro, in discesa.

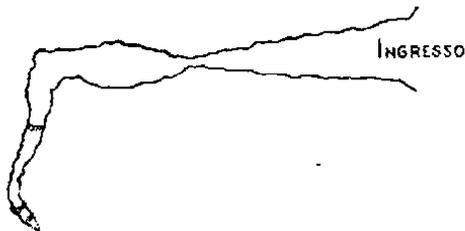


Fig. 83.^a — L'Antro scuro.
Scala 1:2000.

Per oltre 40 metri il corridoio prosegue poi in direzione generale verso sud, indi si chiude. La grotta è scavata nel calcare selcifero; il suolo è coperto di sabbia nel primo tratto,

poi d'argilla. Ne cola poca acqua che all'uscita viene raccolta in un tronco scavato.

L'*Antro scuro* fu visitato e rilevato da L. D'Agostini (*Clautane*) e da G. Coppadoro l'11 agosto 1899.

Altre grotte delle Prealpi Tramontine. Nelle Prealpi Tramontine vi sono molte altre grotte; alcune di minima importanza e delle quali abbiamo solo vaghe notizie, altre, ancora meno conosciute, che sappiamo aprirsi sulle sommità e alle falde degli altopiani cretacei del Ciaurlecc e del Pala.

La *Cianevate*, presso Cavazzo Carnico, quantunque vanti una certa rinomanza bibliografica (è nominata ancora da Ciconi, *Udine*, nel 1862 e da G. Marinelli, *Annuario*, e fu descritta dal Tellini, *Peregrinazioni*) è un semplice riparo sotto roccia, profondo circa 25 metri, scavato nel conglomerato probabilmente pliocenico.

Una *grotta presso Braulins* mi fu descritta come un ampio stanzone adorno di stalattiti, terminante in fessure impraticabili molto profonde.

Presso Pradis v'hanno altre *grotte*, citate ancora da Ciconi (*Udine*), Marinelli (*Annuario*, p. 65) e Pirona (*Provincia di Udine*). Sono probabilmente le seguenti, visitate e descritte da E. Feruglio (*Cosa ed Arzino*).

Gli *andris di Gércie* (fig. 84.^a) sono tre grotte, nel calcare cretaceo, a 520 m. circa sul mare, presso il cimitero di Gerchia (sono segnate sulla tav. Castelnuovo del Friuli coll'indicazione « le Grotte »). Le grotte hanno bocca ampia e sono nel complesso poco fonde, come si vede dalla figura; la più grande è lunga 50 metri.

L'*andri scur* o *grotte scure*, a 520 metri sul mare, scavato nella stessa roccia, è un ampio riparo sotto roccia fondo circa 10 metri; e una cavità simile, ma più piccola è l'*andri blanc* o *grotte blanche* che si apre poco lontano.

La *grotte di Anduins* si apre sui fianchi del monte omonimo, a m. 500 circa sul mare, ai piedi di una parete di calcare cretaceo. Consta di un atrio lungo circa 11 metri, largo nove, cui fa seguito un corridoio di 7 metri. Nei pressi è un'altra piccola cavità, profonda 6 metri.

Una voragine dovrebbe trovarsi sul M. Forchia; una grotta presso Castelnuovo sarebbe lunga una cinquantina di metri (« Giornale di Udine », 17 sett. 1908). Un'altra voragine sul M. Turièt è ricordata da vari autori per una disgrazia occorsavi nel 1767 (Girardi, *Storia Fisica*, II, pag. 69; Pognici, *Spilimbergo*, pag. 572; Bidoli, *Turièt-Selvacc*). Pure nello stesso altopiano, presso la cima del Ciaurlècc è la grotta

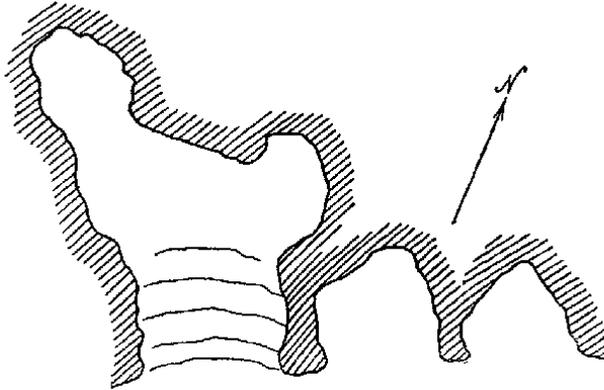


Fig. 84.^a — Andris di Gercie.
Pianta. - Scala 1:1000.

del Fornàt e la Fûs, voragine profonda, (Bearzi G., *Al M. Turièt*; vedi pure « In Alto », 1899, pag. 3).

Notizie sicure su voragini del Ciaurlècc dà soltanto E. Ferruglio (*Contributo*).

Egli scandagliò una voragine profonda 91 metri e mezzo, una delle più notevoli del Friuli, scavata nel calcare cretaceo, a circa 1000 metri sul mare, presso Fontana Meriis. A 1100 metri ne osservò un'altra profonda m. 20; a m. 1025 ne vide una piccola, profonda appena 7 metri e mezzo; una quarta infine, profonda 15 metri, scandagliò presso la sommità del Ciaurlècc. Raccolse poi notizie di altre cinque voragini: la *Cèule di Piero*, la *Cèule de la libertâd* e altre tre in località Pecèet.

Finalmente G. Piacentini (*Val Cellina*) dà notizia di una grotticella dalla quale esce un ruscello, situata in località *Fontanelle* sotto il M. Fara in Valcellina.

13. *Il gruppo Cansiglio-Cavallo e le sue cavità carsiche.* — Il gruppo del Cavallo fa parte delle Prealpi Carniche, ma è nettamente diviso dalle Tramontine dall'ampia depressione del Rio Vajont, passo di S. Osvaldo, T. Cimoliana e T. Cellina. Verso ovest la valle del Piave e quella dei laghi Lapisini lo separano dalle Prealpi Bellunesi. A sud termina sulla pianura.

Geologicamente nel gruppo Cansiglio-Cavallo bisogna distinguere gli strati del trias e del lias che formano i monti della cresta principale, dal Caulana al Dolada.

Il M. S. Lorenzo, il M. Cavallo e l'altopiano del Cansiglio in parte sono formati da calcari cretacei. Sul Pian del Cansiglio alla creta a rudiste si sovrappone una scaglia grigia eocenica, e l'eocene a facies marnosa occupa il bacino dell'Alpago e parte della valle del Vajont. Il miocene compare a facies conglomeratica lungo la base dei monti verso la pianura trevigiana e friulana. Del quaternario sono: depositi glaciali sparsi qua e là nelle aree più elevate, frane e detriti di falda, alluvioni e formazioni palustri e infine, specialmente sul Pian del Cansiglio, un deposito di terra rossa, eluviale, dello spessore fino di qualche metro.

Interessanti per noi sono: 1.° il calcare cretaceo a rudiste nel quale si aprono le maggiori, più imponenti e più numerose voragini; 2.° la scaglia grigia eocenica pure ricca di fenomeni carsici; 3.° i calcari dolomitici anteriori al cretaceo, pure ricchi di fenomeni, però non studiati; 4.° i conglomerati miocenici ove, specie verso Polcenigo, il carsismo si mostra con numerose e belle doline; 5.° infine la terra rossa del Pian del Cansiglio ove sono numerose e bellissime le doline di sprofondamento.

Busa del Fornèl (fig. 85.^a). È una grotta discendente a 1100 metri circa sul mare, a sud del Colle Rizza, nei calcari cretacei. La bocca a semicerchio è alta m. 4, larga 5.

Si discende nella grotta per 23 metri con un dislivello di 10, in direzione da ovest ad est; poi si svolta a nord, sempre scendendo ed infine di nuovo ad est, con un salto di 7 metri. Il fondo è a 27 metri sotto il livello della bocca; vi si trova un piccolo deposito di ghiaccio.

Nel settembre 1901 Marsòn (*Nevai*, 1903, pag. 28) visitò il primo tratto di questa grotta, che denomina *Fornèl del Giàz*; fu completamente esplorata da U. Capsoni, A. Coppadoro ed A. Lazzarini nel settembre 1902 (Coppadoro, *Cunsiglio*).

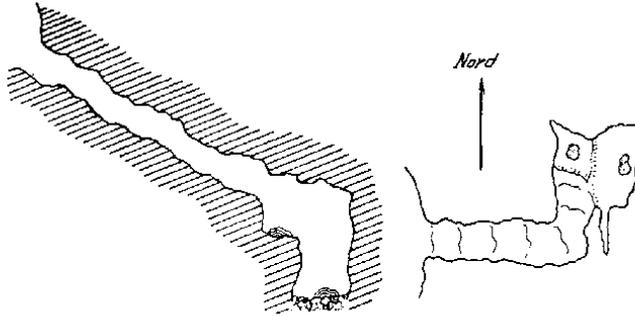


Fig. 85.ª — **Busa del Fornèl.**
Sezione longitudinale e pianta. - Scala 1:1000.

Buso de la jazza (fig. 86.ª). Si apre a poco più che 1000 metri sul mare, nel bosco di faggi, ad est della Lama dei Negadi.



Fig. 86.ª — **Buso de la jazza.**
Sezione verticale. - Scala 1:500.

È scavata nel calcareo cretaceo. La bocca della voragine misura metri 10×3 ed è coperta in parte da un tavolato che serve a facilitare la discesa a quelli che vi scendono per

estrarvi il ghiaccio. Ad una dozzina di metri di profondità la voragine forma un primo ripiano, a 22 metri ve n'ha un secondo sul quale si conserva la neve; a 28 è il fondo della voragine, a forma d'elisse, coi diametri di 6×5 metri. Il fondo è tutto di ghiaccio che vi si forma per il congelarsi dell'acque di stillicidio.

Il 13 settembre 1902 il *buso della Jazza* fu esplorato da U. Capsoni, A. Coppadoro ed A. Lazzarini (Coppadoro, *Consiglio*). Esso è chiamato pure *buso de sora del buso dei cavai*. Il Marsòn (*Nevai*, 1903 pag. 28) parla, col nome di *Bus dei Pez*, di una cavità, che dalla descrizione e dalla sua posizione segnata nella cartina a pag. 988 sembra corrispondere al *Bus de la jazza*.

Sperlunga de la Val del Palazzo (fig. 87.^a). Si trova nel bosco di faggi, sulla destra del sentiero che da Cas. Schiosi, per

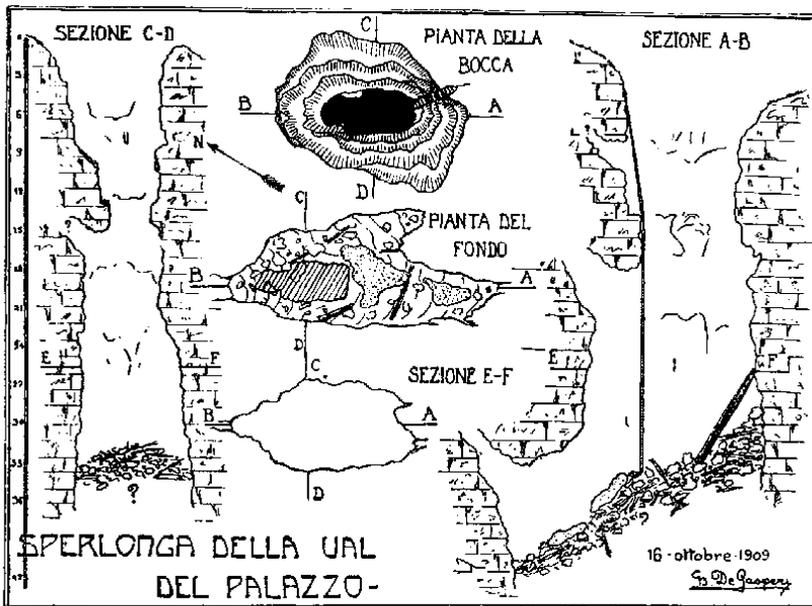


Fig. 87.^a — Sperlunga de la Val del Palazzo.

Val del Palazzo, conduce al Palazzo. La bocca è a 1157 m. sul mare, aperta nel calcare a rudiste in grossi strati quasi orizzontali. L'apertura misura circa 15 metri di massimo dia-

metro, e si apre, sul pendio della montagna, senza che in giro vi sia ripiano o conca avvertibile. Il primo tratto è come un largo imbuto, fino a 12 metri dalla bocca, ov'è un restringimento (m. $8 \times 3,50$); poi la voragine si allarga a campana.

A 31 metri di profondità si tocca il fondo, su di un pendio di detriti che lo ostruiscono completamente; la massima profondità è di 39 metri, ove il pendio giunge alla roccia. Sul fondo, il 16 ottobre 1909, erano due cumoli di neve.

La *Sperlonga* è ricordata dal Marson (*Nevai*, 1905); la esplorai e rilevai con G. Feruglio il 16 ottobre 1909 (De Gasperi e Feruglio, *Cansiglio*).

Voragine ad ovest del Palazzo (fig. 88.^a). Aprisi sul fondo di una dolina, non lontano dalla strada dal piano all'Alpago,



Fig. 88.^a — Voragine ad ovest del Palazzo.

sulla sinistra di questa, nella scaglia grigia eocenica. La bocca misura m. 4×2 ; è irregolarmente quadrangolare. La voragine scende a pozzo fino a 15 metri dal suolo; poi v'ha un ripiano coperto di detriti e di residui vegetali; a 18 metri circa è un'altra sporgenza, poi la voragine continua a pozzo

fino a 30 metri di profondità. Sul fondo si trova poi una piccola grotticella, con andamento orizzontale, che si continua con fessure impraticabili riempite di limo argilloso finissimo (De Gasperi e Feruglio, *Cansiglio*, pag. 46-47).

Voragine presso Cas. Sciosi (fig. 89.^a). Si trova non lungi da cas. Sciosi, presso il sentiero che scende per Val Palazzo al Cansiglio, a 1295 m. sul mare. Apresi sul fondo di una dolina che fa parte di una serie di doline allineate lungo una fessura del calcare cretaceo, a rudiste, a strati presso che orizzontali. La bocca è larga m. 7×5 ; la profondità è di 20 metri.



Fig. 89.^a — Voragine presso cas. Sciosi.

Visitai e rilevai la voragine presso cas. Sciosi il 16 ottobre 1909, assieme a G. Feruglio (De Gasperi e Feruglio, *Cansiglio*).

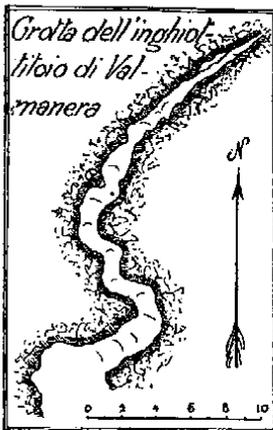


Fig. 90.^a — Grotta di Valmanera.

Grotta dell'inghiottitoio di Valmanera (fig. 90.^a). La Val Manera è il secondo per grandezza dei tre ripiani che costituiscono il fondo della grande conca del Cansiglio. È scavata quasi tutta nella scaglia grigia alla quale si intercalano alcuni strati pure scagliosi di color rossiccio.

A destra della carrozzabile che porta all'estremità del piano, oltrepassate le cas. Paulòn, si trova un piccolo bacino chiuso, le cui acque trovano sbocco in una grotta inghiottitoio che si apre sotto ad una parete rocciosa. La grotticella, diretta da SO a NE è praticabile per circa 24 metri, col pavimento roccioso, levigato dalle acque, in leggera discesa. Fu esplorata e rilevata da G. Feruglio (De Gasperi e Feruglio, *Cansiglio*).

Piccole fessure e voragini del Cansiglio. La *Voragine a NE. di Col Saline* è assai piccola, profonda appena 9 metri. Si apre nel calcare ippuritico, nel bosco, sulla destra del sentiero che va al Pian di Cornesega. Il fondo è riempito di detriti vegetali, specialmente tronchi d'albero.



Fig. 91.ª — Fessura presso Cas. del Conte.

La *fessura presso Cas. del Conte* (fig. 91.ª), aperta in un dosso di scaglia grigia, probabilmente eocenica, a strati orizzontali, è lunga alla bocca una quindicina di metri, larga m. 0,80-3 e profonda 10 metri circa. È scavata in corrispondenza ad una fessura della roccia.

La visitai nell'ottobre 1909 con G. Feruglio (De Gasperi e Feruglio, *Cansiglio*, pag. 45-46).

Crepaccio presso i Casoni Pich (fig. 92.ª), aperto a mo' di stretta fessura, lunga m. 5 larga m. 1. La profondità è di

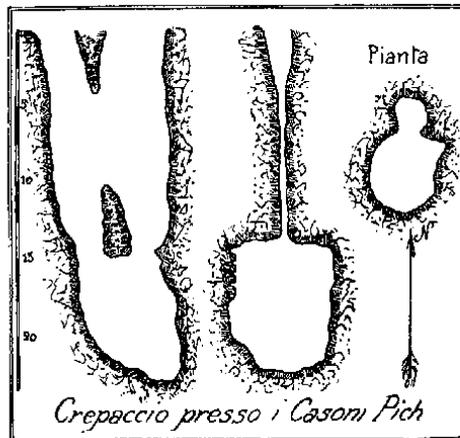


Fig. 92.ª — Crepaccio presso i Casoni Pich.

una decina di metri: sul fondo è una piccola stanzetta, colla volta formata dalla superficie di uno strato.

La *fessura presso Cas. Filippon* (fig. 93.^a) ha minima importanza; si apre a m. 1014 sul mare, nella scaglia grigia; è fonda 7 metri, lunga 10, larga 2 circa.

L'*inghiottitoio presso Cas. Lisandri* (fig. 94.^a) aperto sul fondo di una dolina, nella scaglia grigia a strati sottili, orizzontali, è stretto e profondo oltre 10 metri. (Cfr. De Gasperi e Feruglio, *Cansiglio*).

Il *buso da la Val de Pez* è un crepaccio lungo 5 m. largo 2, profondo 6 o 7, posto un centinaio di metri a sud-ovest del Buso de la jazza. (Coppadoro, *Cansiglio*).



Fig. 93.^a — Fessura presso Cas. Filippon.

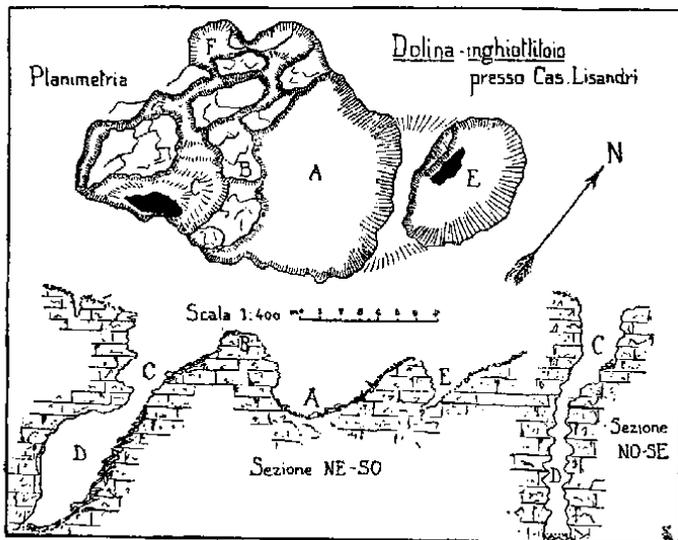


Fig. 94.^a — L'inghiottitoio presso Cas. Lisandri.

La *Busa dei cavai* (fig. 95.^a) si trova circa 600 metri a sud-est di Casera Code, al limitare del bosco. È una fessura-voragine, lunga 23 metri, larga a metà m. 4, profonda 10. È diretta da SE. a NO. Il fondo è ricoperto di resti vegetali, specialmente tronchi d'albero. Ha scarso interesse.

La *Busa dei cavai* fu descritta da A. Coppadoro (*Cansiglio*) che erroneamente la chiamò *Karren*. Lo stesso errore ripete Mar-

sò n (Nevai 1903, pag. 985) nel parlare della cavità. La rilevai l'11 agosto 1912.

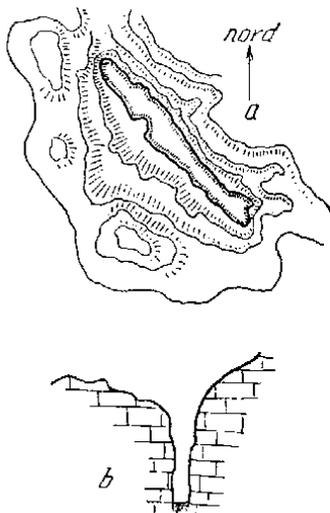


Fig. 95.^a — La Busa dei cavai.
a, pianta della bocca; b, sezione verticale.
Scala 1:1000.

Il *Bus de la lume*. L'importanza che la grotta di Villanova ha fra le grotte italiane è ancora minore di quella che il *Bus de la lume* ha fra le voragini di tutti i paesi carsici. La sua esplorazione è ancora una delle imprese cui tende il Circolo Speleologico Friulano; ma fino ad ora le prime indagini praticatevi, con la discesa degli scandagli fino a 460 metri di profondità, hanno dimostrato che il *Bus de la lume* è la voragine più profonda conosciuta. Si apre a sud-est del Palazzo, a circa 1030 m. sul mare, con un larghissimo imbuto (fig. 96.^a),

profondo metri 30, al cui fondo sono due bocche separate da un tramezzo roccioso. A cinquanta metri dalla superficie del suolo, le due bocche si uniscono in una voragine unica, verticale. A circa sessanta metri v'è un piccolo ripiano sporgente a cornice, sul quale si deposita la neve; sembra poi che altre sporgenze siano a 170, 245 e 254 metri, ove avverrebbero arresti temporanei dello scandaglio.

La voragine è scavata negli strati quasi orizzontali del calcare a rudiste.

Il primo autore, a mia conoscenza, che scrisse del *Bus de la lume* fu G. Marinelli (*Sorgenti del Livenza*); poi se ne occupò a più riprese L. Marsò n (Nevai, 1901; 1903; 1905) il quale vi praticò osservazioni termometriche e scandagli, successivamente a 50, 120 e finalmente 460 metri. Alla Commissione inviata dal Circolo Speleologico per lo studio preliminare della voragine, non riuscì di far calare lo scandaglio oltre 254 m., perchè a tale profondità lo spago si impigliò

in tronchi d'albero che devono là trovarsi incastrati fra le pareti. La Commissione però fece il rilievo della voragine

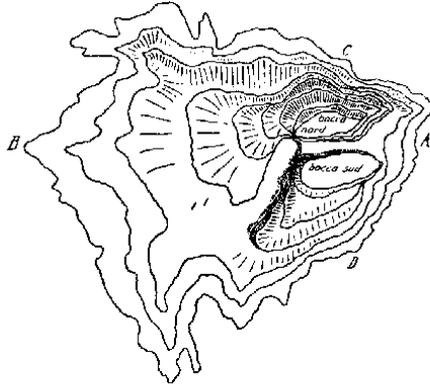


Fig. 96.ª — Bus de la lume.

Pianta della bocca 1:500. - Equidistanza delle curve m. 5.

fino a 60 metri dal suolo (fig. 97.ª), e calò a 164 metri dei reagenti per studiare la composizione dell'aria (Fratini, *Ricerche preliminari*).

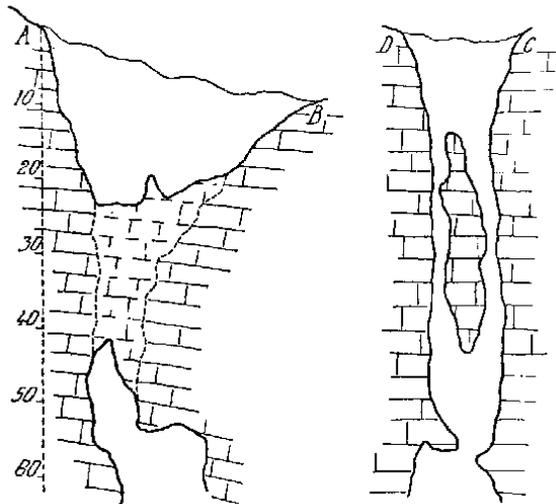


Fig. 97.ª — Bus de la lume.

Sezioni verticali secondo le lettere corrispondenti della pianta. - Scala 1:1000.

Quelle esplorate non sono che una minima parte delle voragini e grotte di cui sono letteralmente crivellati i piani del Cansiglio e del

Cavallo. Gli autori che si occuparono della regione diedero tutti elenchi numerosi di cavità, limitandosi però quasi sempre alla sola enumerazione di esse. Cominciando dal vecchio lavoro di T. A. Cattullo (*Province venete*), troviamo nominata e brevemente descritta: la *Grotta presso Vallorch* lunga 10-12 metri; il *Lander dei Furlani* fra il M. Tremol e il Cimon de la Palantina; gli antri della *Costa* e delle *Baldassare* nella valle di Canaje; due *spelunche presso Casera del Conte*; gli antri di *Valmanera*, di *Fratuzza*, e la *Busa de l'Orso*.

R. Soravia (*Il Cansiglio*) oltre ad alcune di quelle già descritte, elenca le seguenti: *Sperlongola sopra la lama*, *Sperlonga de le do Boche*, *Busa del Conte*, *Caverna sotto Pranderola*, *Busa de la neve*, *Busa del Fagherolo*, *4 sperlonghe de le Baldassare*, *Busa de la Carne*, *Busa de Filipon*, *Fornel del latte de le Rotte*, *Sperlonga sotto Val del Palazzo*, *Sperlonga dei Squaradi*, *Sperlonga verso Prese*, *Busa de la neve sotto il pian de la Fede*, *Busa de la Neve de qua del pian de le Vache*, *Sperlongola de Val Capela*, *la Criminal*, *Sperlonga de Pian Scur*, *Fornel de le Paradise*, *Sperlongola del Col de Dore*, *Sperlonga dei Pezzet*, *Busa de Marioi*, *3 caverne de le Paradise*, *Fornel de Valorch*, *Sperlongola de la Val de l'orso*.

G. Bearzi, in un articolo alpinistico (*Escursione*), nomina incidentalmente una *grotta sul versante della Cornetta* verso valle del Vajont, ed un'altra *grotta* presso Erto.

Marson L. (*Nevai*, 1901) cita *tre voragini con neve* nei circhi della Val di Piere; in altro lavoro (*Nevai*, 1903) nomina le *sperlonghe delle Baldassare*, e più tardi (*Nevai*, 1905), la *sperlonga de le Do Boche*, scavata nel calcare cretaceo, sulla destra della mulattiera dei *Slipari*. Si apre con due bocche, distanti tre metri l'una dall'altra, del diametro di m. 3 e 4, che s'adimano, come voragini, riunendosi in un unico pozzo più in basso. Il Marson ne giudica la profondità di circa 200 metri. Nello stesso lavoro parla del *Busàt*, sito a 1050 m. s. mare, a S. E. del Palazzo, con apertura di m. 2×3 e profondità di forse 200 metri.

F. Flora (*Pala Fontana*) cita la *Sperlonga de la Mugla* nel Piano del Cavallo; F. Frattini (*Cansiglio*) nomina la *Busa de le Vache Morte*; ed infine il quadrante Aviano della carta topogr. 1:50 000 segna l'*Antro de le Lamate* a NO. del M. Tremol.

III. — Origine delle grotte. Morfologia sotterranea. Ciclo di sviluppo.

14. *L'origine delle grotte. La fessurazione delle rocce.* — Non passeremo in rassegna le varie ipotesi (terremoti, espansioni di gas interni, fratture, contorsioni, ecc.) emesse dagli autori dell' antichità per spiegare l' origine delle grotte la quale, fino a tempi relativamente recenti, fu assai discussa.

Accenneremo che solamente nel 1749, per la prima volta, Buffon (*Histoire naturelle*, vol. I, art. XVII) fra le varie cause della formazione delle caverne ritiene valevole, per quelle da cui escono fonti e ruscelli, l' azione erosiva dell' acqua. Nel 1801 E. Kant (*Physische Geographie*) riprese le sue idee e le allargò. Secondo il Martel l' origine delle caverne per allargamento di fessure del suolo, intravista da Schmerling (*Ossements fossiles*) e Virlet d' Aoust (*Des cavernes*), fu enunciata da Desnoyers (Voce « Grottes » nel *Dictionn. d'hist. natur.* di D'Orbigny) nel 1845, ma fu messa specialmente in luce da Daubrée (*Eaux souterraines*, I, p. 299).

Però va qui osservato che ancora nel 1836 il Boué (*Géologue*, II, pag. 77), diceva che fra tutte le cause che possono dare origine alle grotte, « le fessure mi sembrano essere state una delle più potenti; effettivamente non vi sono caverne che si possano supporre formate ad un tratto; cos'è che le ha potute allargare se non l' acqua carica d' acido carbonico, . . . ».

E ancora, nel 1844, Cattullo (*Province venete*, pag. 10) dopo aver riportato le idee correnti in quell' epoca sulle caverne, aggiungeva: «se le acque non si debbono riguardare come la causa prima che abbia prodotto molte caverne, esse hanno avuto però gran parte nel loro ingrandimento.... I solchi e i rilievi impressi nelle pareti delle Caverne, le forme tondeggianti dei ciglioni che sporgono in vari punti delle volte superiori, e più di tutto il limo e le sabbie che ostruiscono le affossature del suolo, ed i pezzi di rocce calcarie, che per essere sprovveduti di angoli mostrano di aver rotolato in seno alle correnti, sono indizi sicuri che l' acqua riempiva negli andati tempi quelle sotterranee cavità ».

Oggidi tutti gli speleologi sono d' accordo nel ritenere che le grotte debbono avere la loro origine nell' allargamento, — per

azione chimica e meccanica dell' acqua, — delle fessure preesistenti nelle rocce (1).

Vedremo in seguito quali sieno le prove delle due azioni e quanta importanza abbiano e l' una e l' altra nel ciclo di sviluppo delle grotte; per ora tratteniamoci sulla terminologia da usare riguardo alle linee di minor resistenza che determinano l' andamento delle gallerie sotterranee.

Secondo Arago (*Puits artésiens*, p. 203) le *giunte* sarebbero i piani di stratificazione. K i n a h a n (*Valleys*) distingue le *giunte minori* che interessano solo qualche strato, le *giunte maggiori* attraverso tutti gli strati, e le *linee di giunta* che sono i piani di stratificazione.

D a u b r é e, osservando come il termine *giunta* fosse inesatto nel senso di superficie di rottura (*Géologie expérimentale*, pag. 351) introdusse (*Eaux souterraines*, I, p. 129) il vocabolo *litoclasti*, distinguendo fra le litoclasti le *leptoclasti* fessure minute e fitte, che riducono le rocce in frammenti, le *paraclasi* o *faglie* lungo le quali è avvenuto un movimento (*rigetto*) per cui gli strati corrispondenti delle due pareti si trovano a diverso livello, e le *diaclasti*, fessure assai grandi e senza rigetto. E A. M a r t e l (*Abimes*, pag. 136, *Spéléologie*, p. 16), riserba al termine *giunta* il significato datogli da Arago ed adotta la terminologia di Daubrée per le altre fessure.

D e L a p p a r a n t (*Géographie physique*, p. 85) chiama indifferentemente *giunte* o *diaclasti* le fessure che non coincidono con le « fenditure orizzontali che possono generare i letti di stratificazione ». Tra gli autori italiani I s s e l (*Geologia*, II, pag. 171) accetta la distinzione del D a u b r é e; e così S. S q u i n a b o l (*Geografia fisica*, pag. 227), il quale distingue *litoclasti* (fessure grandi) da *leptoclasti* (piccole) e separa fra le prime le *diaclasti* dalle *paraclasi*.

Appoggiandomi sull' opinione della maggioranza degli autori citati, io seguirò questa classificazione:

A) *Giunte*, soluzioni di continuità, corrispondenti ai piani di stratificazione.

(1) E' sottinteso che mi riferisco solamente a grotte *carsiche*, di terreni calcarei, quali sono quelle studiate in Friuli, perchè per le altre (vulcaniche, marine, ecc.) il ragionamento sarebbe diverso.



c) Corridoio sopra la prima salita.



b) Il corridoio delle colonne.

La Grotta di Villanova.

B) *Fessure o litoclasti*, non corrispondenti ai piani di stratificazione, nel senso del Daubrée.

Accetto poi senz'altro per le *fessure* la suddivisione del Daubrée.

L'uso del termine *giunta* per i piani di stratificazione e di *fessure o fenditure (litoclasti)* per le soluzioni di continuit  che non coincidono con quelli   appoggiato anche da ragioni etimologiche e genetiche, corrispondendo infatti le prime ad un piano lungo il quale gli strati sono stati uniti fra loro, *giuntati*, le seconde quasi sempre a intervalli lungo i quali la roccia   stata *fessa* da forze geologiche.

Riservando a poi lo studio delle modalit  secondo le quali si effettua l' allargamento delle fessure, osserviamo alcuni casi caratteristici in cui la topografia stessa delle grotte   prova dell' influenza che su di essa esercitano le fessure gi  esistenti.

  noto che non solo le giunte degli strati sono parallele, ma anche i sistemi di diaclasi non sono disposti disordinatamente o a caso, ma per lo pi  secondo direttrici costanti in alcune direzioni (1). Perci  le gallerie scavate lungo tali diaclasi si trovano disposte secondo poche serie di allineamenti paralleli seguenti l' uno o l'altro dei sistemi di fessurazione.

La grotta di Villanova ne fornisce un esempio caratteristico. Si osservi infatti sulla pianta (fig. 63.^a) come tutte le gallerie della regione pi  superficiale, e dei primi quattro ruscelli siano, nell'andamento generale, e specialmente in certi tratti, diretti costantemente da nord-ovest a sud-est. A tale direzione corrisponde evidentemente un sistema di diaclasi, il pi  importante. Ci    dimostrato pure dal fatto che i canali diretti in questo senso sono stretti e assai alti e la volta, in molti casi, si continua con una fessura.

Altri esempi, meno evidenti, della funzione direttiva dei sistemi di diaclasi, presentano le grotte del *Barman* (fig. 26.^a), quella di *Viganti* (fig. 58.^a), ecc.

(1) Mazauc e Caban s (*Spilunque de Dions*) hanno appunto insistito sul fatto che le fessure del suolo non sono disposte con un disordine qualsiasi ma seguono una o pi  direzioni determinate.

Le grotte straniere presentano pure moltissimi esempi che sarebbe qui troppo lungo citare; ma non va dimenticato quello veramente tipico delle grotte di Bramabiau (Gard) (M a r t e l, *Abîmes*).

15. *L'azione meccanica e l'azione chimica nell'allargamento delle fessure.* — È perfettamente inutile ricercare se l'azione chimica o quella meccanica abbiano maggiore o minore influenza nella genesi delle caverne, poichè entrambe sono, se non equivalenti, per lo meno *inseparabili* (M a r t e l, R a h i r e V a n d e n B r o e c k, *Cavernes et Rivières*, I, p. 4).

L'azione solvente delle acque, più o meno ricche di acido carbonico, che trapelano attraverso le sottili fessure delle rocce calcaree è, in ordine di tempo, la causa prima dell'escavazione delle grotte. È ben nota l'azione dell'acqua carbonicata sui carbonati, con la trasformazione di questi in bicarbonati facilmente solubili.

Alcuni autori, come dapprima il M a r t e l fra i francesi, e sulle sue tracce il B o e g a n fra i nostri, credettero di potere adottare per l'azione chimica dell'acqua il termine *corrosione*, riserbando quello di *erosione* all'azione meccanica. L'uso promiscuo fatto però in precedenza dei due termini, da tutti gli autori, non permette di stabilire ora una distinzione di significato fra essi; ed io ho ritenuto opportuno di specificare sempre se si tratta di azione chimica o meccanica, adoperando tutt'al più per la prima di esse il termine *soluzione*. Questo mi sembrerebbe all'uopo il più adatto quantunque non si tratti che in piccola parte del semplice fenomeno fisico di soluzione, essendo il calcare asportato in certa quantità soltanto dopo la sua trasformazione in bicarbonato solubile. Dirò comunque *azione solvente* piuttosto che azione corrosiva, *materiale disciolto* piuttosto che corrosivo (1).

L'azione meccanica dell'acqua corrente è esercitata non tanto dall'acqua stessa in moto, quanto dai materiali che essa trascina seco, ed è in funzione con la durezza e il volume di tali materiali e con la velocità impressa loro dalla corrente.

L'azione meccanica nelle grotte entra in campo, di solito,

(1) V i e è (*Faune souterraine*, pag. 23) adopera il termine *dissoluzione chimica*.

dopo che l'azione chimica ha iniziato l'opera sua allargando le fessure primitive. Essa agisce dall'alto in basso, nel senso della gravità, o lateralmente, ma la sua azione si riflette anche con un allargamento verso l'alto (volte a cupola, ecc.).

Le forme e le prove più caratteristiche dell'erosione meccanica sono: le cupole, le marmitte dei giganti, i materiali alluvionali arrotondati, ecc. Quelle dell'erosione chimica invece: i prodotti eluviali (limo, terra rossa), i depositi di incrostazione, ecc.

La pressione idrostatica nelle grotte acquista in tempi di piena una potenza considerevole.

Martel (*Grotte de la Balme*, pag. 227) nell'ottobre 1896, nella Foiba di Pisino (Istria) constatò una pressione superiore a 7 atmosfere, prodotta da una colonna d'acqua di 73 m. d'altezza. Ad Holl-Loch fu osservata altra volta una pressione di 10 atmosfere (Martel, *XX Siècle*, II, p. 377).

Alcuni autori, il Boegan specialmente (*Aurisina*, p. 73-78), ritengono che, in causa della pressione, l'erosione possa esercitarsi anche in senso inverso alla gravità. Tale azione non si può negare, ma non è chiara la spiegazione che ne dà il Boegan. Infatti le piene non sono mai tanto improvvise da generare una corrente ascendente tanto forte da esercitare un'azione erosiva con i materiali fluitati, e quando tale corrente esista, cessa di agire nei pozzi a cappello conico nei quali l'acqua si ringolfa. La pressione idrostatica ha, secondo me, valore erosivo solamente in quanto aumenta il potere solvente dell'acqua. È noto infatti (Moissan, *Chimie Minérale*, tom. 3) che un'acqua carica di acido carbonico scioglie tanto più carbonato quanto maggiore è la pressione cui viene assoggettata. Soltanto in questo senso, — e nei casi in cui genera moti vorticosi, — ammetto l'influenza della pressione idrostatica nello scavo delle grotte.

16. *L'origine delle voragini.* — Le voragini si originano in due modi: uno, il più frequente, per erosione dall'alto in basso lungo fessure della roccia che fanno comunicare la superficie dei rilievi o degli altopiani calcarei con cavità interne;

il secondo, assai raro (es. Pozzo del Padirac, voragine di S. Canziano) per crollo della volta di una cavità interna. Voragini di questo secondo tipo non esistono in Friuli, se si eccettui la *Buca del Diavolo* (vedi pag. 27 e fig. 12.^a) che ne rappresenta un caso imperfetto. Tutte le altre voragini sono prodotte dall'allargamento dall'alto in basso, di fessure già esistenti nella roccia.

Vigliano (*Alpi Marittime*) emise l'ipotesi che certe voragini delle Alpi Marittime sieno da attribuirsi alle acque cadenti nei pozzi dai ghiacciai, con un processo analogo a quello descritto da Stoppani per le marmitte dei giganti.

Tale ipotesi fu formulata pure da Plunkett (« Spelunca », 1898, p. 46) per certe voragini dell'Islanda, e fu accettata per certi casi anche da Martel (« Mem. Soc. Spéleol. », giugno 1899, p. 11). Senza aver visto i fenomeni osservati da questi autori, ricordando però che la teoria della relazione delle marmitte coi pozzi glaciali è stata di recente seriamente scossa, senza mettere del tutto in dubbio le loro affermazioni, mi accontenterò di ricordare che nessuna voragine da me osservata ha origine glaciale.

Martel ammette anche che molti abissi dei calcari sieno stati formati dall'azione turbinosa delle acque, similmente alle marmitte dei giganti torrentizie (« Spelunca », 1899, p. 85); appoggia questa teoria sul fatto che nelle voragini si osservano sulle pareti tracce d'erosione a passo di vite. Io confesso di non aver mai visto nulla di simile; e l'origine per erosione vorticoso, che va ammessa per le marmitte, le quali non passano una certa profondità e son chiuse al fondo, non mi sembra verosimile per le grandi voragini. Il corso d'acqua che si precipita in queste, anche se turbinoso nel primo tratto, tende ben presto a raggiungere la direzione verticale.

Molte voragini poi sono state allargate unicamente per erosione chimica; e ne è prova il fatto che le loro pareti serbano sporgenti nuclei di roccia più dura, o fossili spatizzati che l'azione meccanica non avrebbe rispettato (*Voragini del Canin, Vor. di Cas. Sciosi*, pag. 138).

In quasi tutte le voragini (1), ma specialmente in quelle a *bottiglia* della regione eocenica (*Buse dal Müss*, fig. 51.^a; Vo-

(1) La voragine ad ovest del Palazzo, in Causiglio, (pag. 108, fig. 88.^a) è una delle pochissime il cui fondo non sia ostruito dai detriti, e ciò in grazia del

ragine di Purgessimo, fig. 25.^a, ecc.) si deve attribuire una notevole azione dissolvante al cumolo dei materiali ammonticchiati sul fondo e conservanti perennemente una certa umidità. Il fatto fu messo in luce da Marinelli (*Faedis*) nel 1901, e durante le mie esplorazioni ebbi campo più volte di constatarne la giusta interpretazione.

Un'azione analoga sembrano avere i depositi di neve delle voragini della regione alpina. Marinelli stesso (*Pozzi con neve*) lo sostiene per i pozzi con neve del Ciampòn, mentre Martel (*10.^e Campagne*, pag. 247) ammette addirittura che la neve persistente sia il fattore principale dell'allargamento delle fessure nei pozzi di Nay in Svizzera (Cantone di Vaud). In massima io pure ritengo che la neve abbia azione sul fondo delle voragini, ma solo in quanto tiene umidi i detriti del fondo, poichè, salvo in rari casi, v'è sempre un'intercapedine fra il cumolo di neve e la roccia delle pareti (vedi *Pozzo del Matajur* fig. 14.^a; *Voragine presso il Ric. Brazzà*, fig. 3.^a, *Ricèule di Val*, fig. 75.^a).

17. *Grotte al contatto fra rocce di vario tipo. Gallerie lungo diaclasi.* — Casi di grotte scavate al contatto fra due rocce di tipo diverso non ne ho riscontrati molti, in Friuli, ma quei pochi che posso citare sono interessanti.

Molto istruttivo è l'esempio della grotta *Ta-pot-korito* (pagina 75). La galleria è scavata al contatto fra gli strati di brecciola calcarea eocenica, che stanno sopra, e quelli arenaceo-marnosi, pure eocenici, che stanno sotto e fungono da letto impermeabile. La volta è di calcare, le pareti e il pavimento sono di marna, di modo che la cavità si è formata, per così dire, a spese di quest'ultima roccia. Le sezioni trasversali e quella longitudinale della fig. 61.^a chiariscono la idea.

La *grotticella di Gniva* (pag. 24), è scavata fra i conglomerati che funzionano da roccia fessurata e le argille sabbiose

primo ripiano, relativamente largo, sul quale questi si sono fermati. È anche un esempio di cavità assorbente che conduce le acque in *fessure* del sottosuolo, senza aver il compito di far comunicare l'esterno con una grotta.

Alquanto analogia con questa voragine ha l'*Avenç de Bessoles* (Aveyron) che neppur esso è chiuso al fondo da detriti, ma si continua con un cunicolo impraticabile (Martel, *Abimes*, p. 233).

che fanno da strato impermeabile; però, essendo quest' ultime più facilmente erodibili per l'azione meccanica dell'acqua, la cavità della grotta è formata tutta a loro spese. (Si vedano le sezioni *b* e *c* della fig. 10.^a).

Nella *grotta del Fornat* (pag. 98) si osserva un bell'esempio di allargamento dovuto alla particolare disposizione litologica. La saletta più grande è scavata fra la scaglia rossa (1), che ne forma il suolo e la parte bassa delle pareti, ed una breccia calcarea che ne costituisce la volta. Il ruscello che percorre la grotta scorreva un tempo in un canale angusto, praticato tutto nella breccia calcarea, a qualche metro più in alto del contatto di questa con la scaglia. Ma quando l'acqua raggiunse la scaglia, per la maggiore erodibilità di questa, formò una piccola cascata che retrocesse man mano, erodendo la cornice calcarea che la sosteneva. La retrocessione della cascata continua ancora, poichè, come si vede dalla figura (fig. 80.^a), lo sbocco del ruscello nella sala è dalla volta, e sotto alla cascata è una forte rientranza incisa nella scaglia. Nel soffitto poi, in continuazione all'andamento del ruscello, è un ampio solco (*K*) rappresentante il resto della antica galleria.

La sala *F* della *grotta di Villanova* (fig. 98.^a) presenta un fenomeno identico a quello della sala del Fornat di Meduno. La sala è scavata in una lente marnosa; la volta e la parete sopra allo sbocco sono di brecciola.

Lungo la volta e sulla parete sopra all'uscita attuale è praticato un solco continuo (*S*) che segna un percorso del ruscello, prima che questo asportasse le marne.

E qui torna acconcio ricordare come, allorchè un corso di acqua sotterraneo da una roccia più dura passa ad una meno resistente, analogamente a quanto avviene per le valli, allarga la caverna e forma o semplici dilatazioni dei corridoi o vere e proprie sale. Tale è il caso che avviene tipicamente nella

(1) Conosco solamente un'altra grotta, ch'è scavata quasi tutta nella scaglia rossa, ed è precisamente il *Buso de la Bislunga*, sulla strada Pederobba-Fener, presso il Piave. La visitai il 7 agosto 1912; è lunga circa 250 metri; non credo sia stata ancora descritta.

grotta del Fornât, nella quale la saletta principale si deve all'erosione della scaglia rossa, in quella di *Villanova* ove la presenza di lenti marnose nel calcare brecciato ha originato le sale I, l, L, E, D, H e la galleria che segue quest'ultima (vedi fig. 63.^a).

In tutte le grotte si può dire si osservino casi di gallerie scavate lungo diaclasi, ma su alcuni esempî veramente caratteristici voglio richiamare l'attenzione.

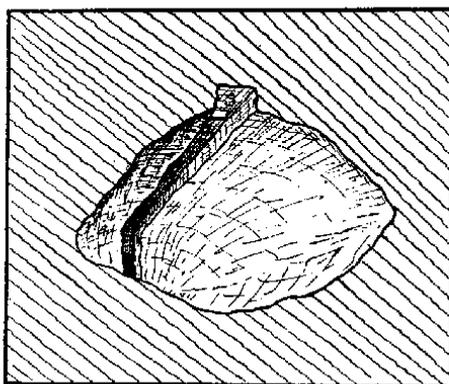


Fig. 98.^a — Grotta di Villanova.
Sezione trasversale della sala F.

Nella *Pod-Jama* di Lusevera (pag. 58) il corridoio decorre fra strati quasi orizzontali, ed avviene spesso che la superficie inferiore di uno di questi corrisponda alla volta (fig. 43.^a). Si osserva allora (vedi fig. 99.^a) nello strato una spaccatura che coincide con la direzione del corridoio, il quale deve la sua origine all'allargamento di essa. Si confronti la strana somiglianza di questa sezione con quella del *Crepaccio dei Cas. Pich* sul Cansiglio (fig. 92.^a). Il corridoio (1) che segue alla prima salita, nella *Tasajama*, è scavato lungo una diaclasi verticale, e presenta una sezione caratteristica, a triangolo

(1) Si osservi la singolare somiglianza fra questo corridoio di Villanova, scavato lungo una diaclasi e quello nelle stesse condizioni, della grotta di *Baumeles Messieurs* figurato a pag. 9 delle « *Mém. Soc. Spél.* », 1896, giugno.

isoscele, allungato, quale si può vedere dalla fotografia (Tav. II, fig. a).

Nella *voragine-grotta di C. Glava* sul Matajur (pag. 28), la galleria è scavata lungo una superficie di frattura con rigetto (fig. 13.^a, C-D-E), e ad un certo punto il canale si trasforma in una vera fessura, larga uno o due metri e profondissima, lungo la quale precipitano le acque per raccogliersi di nuovo

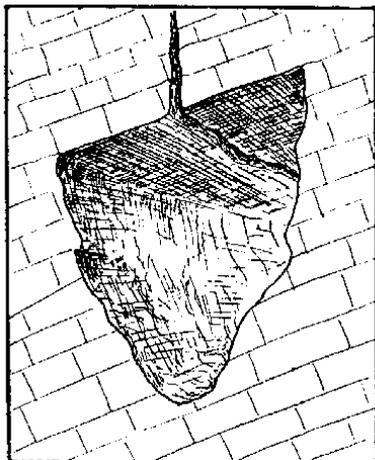


Fig. 99.^a — Grotta Pod-Jama di Lusevera.
Sezione trasversale della galleria.

al fondo. Nel punto più interno raggiunto, le acque giungono lateralmente da nord, seguendo un interstrato arenaceo; giunte alla frattura, ove cessa lo strato, cadono lungo la parete della fessura: ove lo stillicidio è massimo s'è formato un gran solco semicircolare verticale (fig. 100.^a). Lungo una paraclasi è scavato pure il *Pozzo con neve* a nord-est del Ric. Brazzà (fig. 3.^a).

Così è per breve tratto lungo una paraclasi la galleria della *Ciase de lis Aganis* di Anduins ove un tratto di parete levigatissima rappresenta una superficie di frizione (fig. 78.^a).

L'idea di Boyd-Bawkins, (*Cave Hunting*, pag. 57) che le caverne non si trovino quasi mai lungo piani di faglia è già stata dimostrata erronea in numerosi casi (cfr. Martel, *Spéléologie*, pagine 17-18); gli esempi friulani lo dimostrano una volta di più.

La *grotta di Barman* (pag. 42) presenta la sua galleria principale scavata lungo un' unica diaclasi direttrice, verticale, normale agli strati (fig. 26.^a). Lungo di essa si hanno sezioni

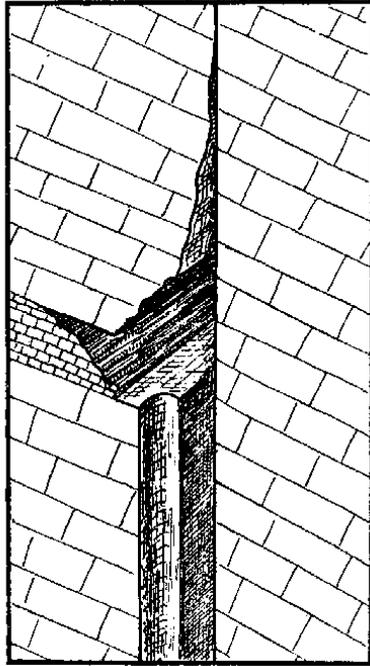


Fig. 100.^a — *Voragine-grotta di C. Glava.*
Sezione trasversale lungo il pozzo.

molto interessanti, come quelle rappresentate dalla fig. 101.^a. La prima è in un tratto di galleria non più largo di un metro, alto 8 e più metri; la seconda in un sito ove un camino verticale si sprofonda nella volta lungo la diaclasi; la terza ove la roccia ha resistito diversamente all'erosione ai due lati della fessura. Una sezione longitudinale nella galleria della grotta di Barman farebbe vedere lungo la diaclasi direttrice una serie di camini ascendenti assai numerosi, quali quelli illustrati da Mazauric nella *Spélunque de Dions* (pag. 15).

18. *Camini e cupole.* — Nella vòlta delle grotte non mancano quasi mai delle cavità, sprofondantesi verso l'alto, le

quali, così per la forma come per la genesi si possono dividere in due tipi: *camini* e *cupole* (1).

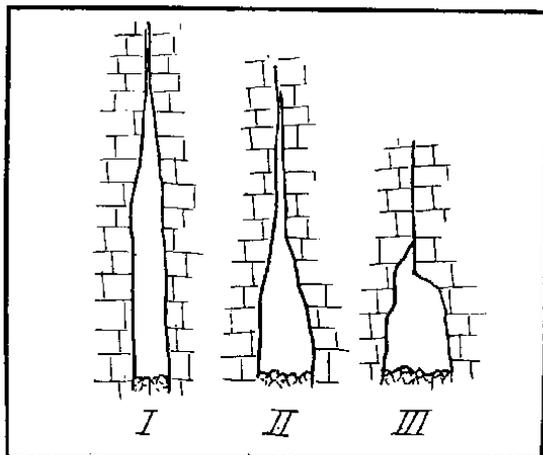


Fig. 101.^a — Grotta di Barman.
Sezioni trasversali della galleria principale.

I camini ascendenti delle grotte si possono considerare come affluenti del corso d'acqua che le percorre. Non sono però, almeno in tutti i casi da me osservati, affluenti importanti per portata d'acque; perchè infatti, quantunque misurino talora al basso il diametro di 5-8 metri e le loro pareti si perdano nel buio verso l'alto, devono la loro origine unicamente all'azione chimica delle acque di stillicidio scendenti lungo una fessura verticale.

Le pareti non sono infatti levigate quali si osservano ove prevale l'azione meccanica delle acque e delle sostanze fluide o convogliate, ma piuttosto hanno quella caratteristica struttura a sottili creste rialzate che rivela l'effetto dell'azione solvente.

Esempi tipici di questi camini sono nel cunicolo occidentale della grotta di *Viganti*, nella saletta superiore del *Foran di*

(1) Questi camini ascendenti e queste cupole non aperte verso l'alto corrispondono a quelli che Martel (*Spéléologie*, pag. 41) chiama *abîmes inachevés*, cioè voragini non aperte verso l'alto.

Landri, nella *grotta di Canal di Grivò*, ecc. Anche nelle voragini vi sono, con andamento parallelo a quello della bocca d'ingresso, dei camini ascendenti praticati lungo la stessa fessura cui si deve la voragine (*Rupa Cerconizza*, fig. 18.^a; *Voragine della Reg. Pocevalo*, fig. 35.^a; *Voragine di Poujak*, fig. 65.^a).

Se i camini sono dovuti ad allargamento di fessure con andamento verticale e sono prodotti dalle acque di stillicidio, le *cupole* seguono un processo ben diverso, e si formano soltanto nelle grotte percorse da acqua corrente, come spiegherò con gli esempi seguenti.

La prima sala della *Grotta Pre-Oreak* (fig. 57.^a), ha una ventina di metri di diametro, ed altrettanti d'altezza fra il suolo e la volta. Le pareti sono fornite di cornici circolari, corrispondenti a sporgenze degli strati, i quali sono assai debolmente inclinati. L'origine prima della sala dev'esser stato un allargamento nello spessore di uno strato, che produsse il crollo dello strato soprastante. La presenza dei massi caduti nel letto della corrente, agevolò poi l'erosione delle pareti, e quindi ulteriori crolli. Il processo continuò così, mentre la corrente stessa provvedeva ad asportare in parte i materiali caduti. La cupola ha forma regolarissima grazie alla disposizione degli strati.

La stessa origine della cupola della *Pre-oreak* hanno quelle della *Ta-pot-celan* (fig. 15.^a).

Resulta specialmente manifesta in esse l'indipendenza completa dall'azione esterna, — e la sola origine per crollo di materiali e asportazione di questi per opera della corrente che percorse la grotta, — dalle osservazioni del *Feruglio* (*Ta-pot-celan*), che nel terreno soprastante la grotta non trovò cavità superficiali da mettersi in relazione con le cupole stesse, e dal fatto che le cupole si innalzano « proprio dove più le acque hanno al di sotto erosa e scavata la roccia » (*Lazzarini, Sprofondamento*).

Una morfologia del tutto simile a quella della sala a cupola della *Pre-oreak* si osserva nella saletta della *grotta del Re Tiberio*, nei gessi del *M. Mauro*, in Valle del Senio. La cupola è di una quindicina di metri d'altezza; sulle pareti si notano delle cornici quasi

orizzontali, sporgenti, corrispondenti alle testate degli strati (De Gasperi, *Gessi di M. Mauro*).

La bellissima cupola della Pre-oreak non regge il confronto con quella immensa della grotta gigante di Trieste che si dice alta 138 metri; col Grand Dôme del Padirac alto 90 metri, e con la Sala del Giubileo a S. Canziano, alta circa altrettanto (Martel, *Gouffre de Padirac*, pag. 18-19). Il Grand Dôme della grotta di Han (Belgio), misura 65 metri d'altezza (Martel, Rahir, Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pag. 109). Cupole di dimensioni assai minori sono nella grotta di Sabart (Martel, *Tarascon sur Ariège*, p. 33) e nel Creux-de-Souci nei basalti del Puy-de-Dôme (Martel, *Abîmes*, p. 392).

Per tutte queste cupole gli autori sono d'accordo nell'ammetterle originate con processo analogo a quello descritto per la Pre-oreak. Un caso realmente tipico presenta la gigantesca « Sala del Caos », nella Grotta di Trabuc, lunga 102 metri, con una prodigiosa cupola, e un monte di massi alto più di 20 metri nel centro (Mazaurie, *Ardèche et Hérault*, pag. 9-10). Nella stessa grotta vi è una sala, lunga 60 metri, larga 40-50, con la volta piana formata da un'unica superficie di uno strato. È la forma estrema che precede quella della cupola per crollo.

La saletta della quota 572 nella grotta di Villanova (fig. 63.^a, l) si trova in condizioni simili, però la mancanza di una corrente nel corridoio ormai vecchio e abbandonato dalle acque, non permetterà in essa la formazione di una cupola. (Vedi paragrafo 23, fig. 108).

Quando la cupola si trova a poca profondità dalla superficie del suolo può avvenire che un crollo di tutta la volta dia origine ad una cavità più o meno profonda (dolina di sprofondamento o vera voragine) la quale fa comunicare la grotta con l'esterno. Il caso unico constatato in Friuli è quello della *Zlodieva-Jama* sul Matajur (fig. 12.^a), ove il crollo della volta di una sala ha dato origine ad una dolina di sprofondamento, nella quale sbocca un canale che prima confluiva nella sala a cupola, e si apre un inghiottitoio che era la continuazione della sala stessa.

Sulle pareti della dolina si osserva, fino ad una certa altezza, la roccia levigata e corrosa che doveva esser parete della cupola; più in su invece la superficie di rottura della volta.

La grande quantità di materiale crollato ha ostruito la probabile prosecuzione della grotta.

Secondo Martel, Rahir e Van den Broek (*Cavernes et Rivières*, I, pag. 36) «... i veri crolli, assai rari veramente, di cui Padirac (Francia) e la voragine di Colleparado (Italia) sono i migliori esempi, hanno un diametro inferiore maggiore o almeno eguale a quello superiore; cioè in essi la forma è ad imbuto rovesciato o al più cilindrico ».

Fra le cavità così originate credo, senza poterlo affermare per conoscenza diretta, vadano classificate le *vore* o *capoventi* delle Puglie.

Non sempre il crollo avviene ad un tratto, scoprendo improvvisamente la sala a cupola.

Nella galleria superiore della grotta di Petnica (a S. E. di Valjevo nel Carso dinarico) si trova un grande ambiente a cupola, forato in due punti della volta causa il progressivo distacco di materiale roccioso (« *Bullettino della Società Serba di Geografia* », anno 1°, 1912, n.° 1). Nella Spelonca delle Pille, nella Calvana di Prato in Toscana, la stanza d'accesso a cupola si trova in condizioni identiche a quella della grotta di Petnica (De Gasperi, *Calvana*).

19. *Terrazzamento lungo le gallerie.* — I terrazzamenti che si osservano lungo le gallerie delle grotte friulane sono prove di due fatti: 1.° quello generale dello sprofondamento delle acque; 2.° quello forse regionale di una diminuzione nella portata dei corsi sotterranei da porsi certo in relazione con un differente regime di piovosità. Di questa questione per ora non ci occupiamo, ed esaminiamo i terrazzamenti solamente dal punto di vista morfologico.

Nella *grotta di Villanova* (pag. 77 e fig. 63.^a), nella quale si ebbero a verificare tre periodi ben distinti nel ciclo di escavazione (vedi paragrafo 27), troviamo i migliori esempi di terrazzamenti. Fra il terzo salto e la prima salita, la galleria presenta quasi costantemente l'aspetto rappresentato dalla sezione *a* della figura 102.^a, cioè ha un notevole allargamento verso l'alto e un canale stretto e profondo (fino a 10 metri) in basso. I terrazzi che fiancheggiano questo canale sono più o meno continui e ricoperti di un leggero strato di limo a depositi alluvionali.

Nella galleria del 4.^o ruscello invece, nella stessa grotta si osserva un altro tipo di terrazzamento, che la sezione *b* della fig. 102.^a mi dispensa di descrivere.

Indipendentemente dai terrazzi veri e propri, lungo le pareti strette dei canali della Tasaiama si osservano cornici correnti orizzontalmente (fig. 102.^a *a*) che rappresentano altrettante soste nello sprofondamento del corso del ruscello. Forme identiche a queste ultime sono nel cunicolo laterale della *Grotta dei Viganti* (fig. 58.^a).

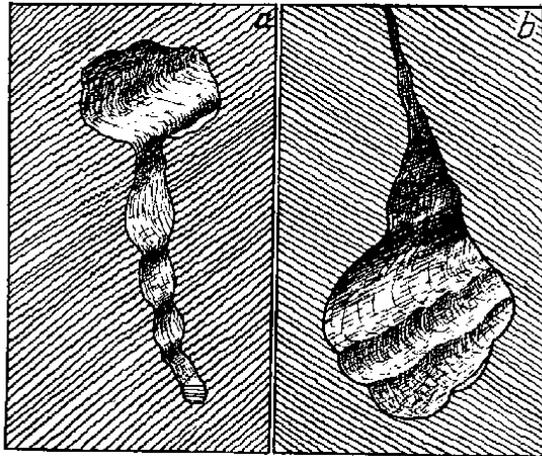


Fig. 102.^a — Grotta di Villanova.

Sezioni trasversali di due gallerie, mostrandoci due casi di terrazzamento.

Anche nella *Ta-pot-celan* « resti di cornici e di incrostazioni orizzontali che talora formano quasi dei ponti naturali » e tracce di « due letti paralleli, uno più elevato, l'altro più basso » (Lazzarini, *Sprofondamento*), testimoniano di un avvenuto abbassamento nel corso d'acqua che scavò la grotta e che attualmente più non la percorre.

Le cornici sporgenti lungo le pareti, del tutto analoghe a quelle della grotta di Villanova si osservano pure nella *Tana del Re Tibero* nel Faentino (De Gasperi, *Gessi di M. Mauro*). Nella *Grotta del Buio* nel Finalese « è facile scorgere la sovrapposizione di parecchi letti situati a piani differenti e nei quali il passaggio del-

l'acqua è testimoniato da ciottoli e da argille, che ancora si trovano nelle strette cornici a diversi livelli » (Bensa, *Grotte Appennino Ligure*). Nella galleria del Padirac, a varî livelli, sui lati, si trovano breccie di ciottoli smussati analoghi a quelli del fondo e cementati con la stalagmite (Martel, *Abimes*, pag. 284). Nella grotta del Bramabiau « a differenti livelli esistono, sulle pareti, degli allargamenti, sorta di alvei successivi, divenuti ora delle cornici, larghe talora 50 cm., coperte di ghiaia e ciottoli rotolati » (Martel, *Abimes*, pag. 198 e tavole fra le pagg. 192-193).

20. *Marmitte e pozzi*. — Fra le più caratteristiche forme d'erosione delle acque correnti sono le marmitte dei giganti. Nelle grotte friulane ve n'ha numerosi esempi: i due più notevoli nella *Tasajama* (pag. 77) e nella *grotta di Viganti* (pag. 71). Fra le marmitte osservate mi sembra però opportuno fare la distinzione di due tipi, basata, più che sulla loro forma, sulla loro disposizione: *marmitte in serie* chiamerei quelle allineate successivamente in modo tale che gli orli che le separano ed i fondi sono rispettivamente alla stessa altezza o quasi; *marmitte in cascata* quelle disposte lungo un pendio notevolmente inclinato, in modo che il fondo di una è più alto che l'orlo esterno della successiva. Esempi del primo tipo sono a Villanova nel corridoio occidentale e in una grotticella sotto la grande rupe del M. Stella; del secondo a Viganti e nel corridoio che porta alla quota 558 nella grotta di Villanova.

La disposizione caratteristica delle marmitte in serie della *Tasajama* si osserva bene nell' unite fotografie (Tav. III) e negli schizzi schematici (fig. 103.^a).

Sul fondo del corridoio debolmente inclinato l'azione erosiva vorticoso dell'acqua ha scavato una serie di cavità cilindriche, vicine le une alle altre, col diametro di un paio di metri e la profondità di 1 metro, e separate da un tramezzo di 20-30 centimetri di spessore. Sul fondo delle marmitte, assieme a limo asciutto, trovansi abbondantissimi ciottoletti di 2-4 centimetri di dimensioni, ellissoidali. Durante il prosciugamento di questa galleria (ora abbandonata dall'acque) il ruscello dovette percorrerla per qualche tempo con una portata minima; fu allora che vennero tagliati, con un solco pro-

fondo e largo pochi centimetri, i tramezzi di separazione fra le successive cavità, che si osservano anche dalle figure. Le pareti delle marmitte presentano dei solchi circolari orizzontali paralleli; non sono dovuti, come parrebbe, all'azione vor-

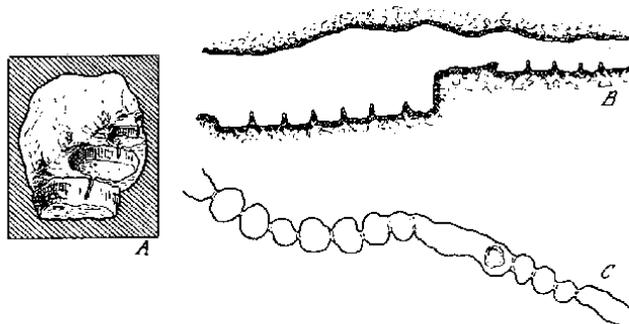


Fig. 103.^a — Grotta di Villanova.

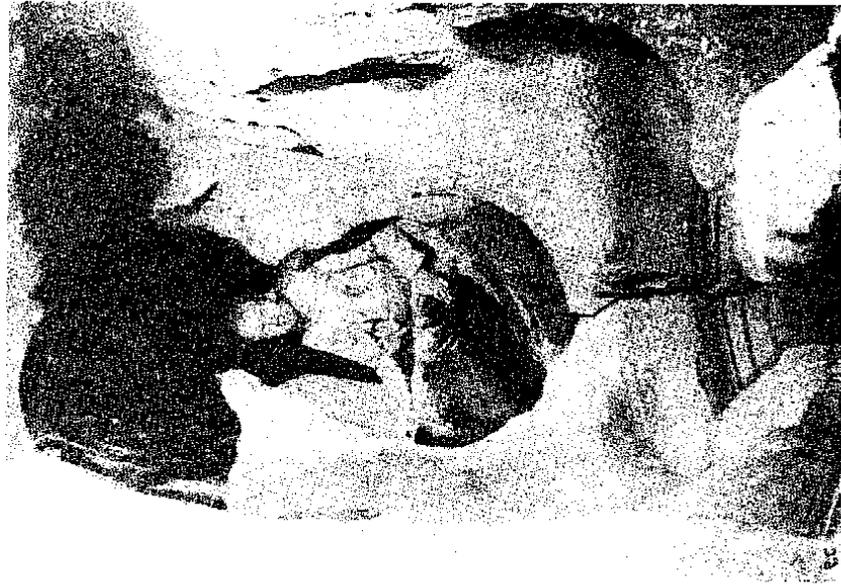
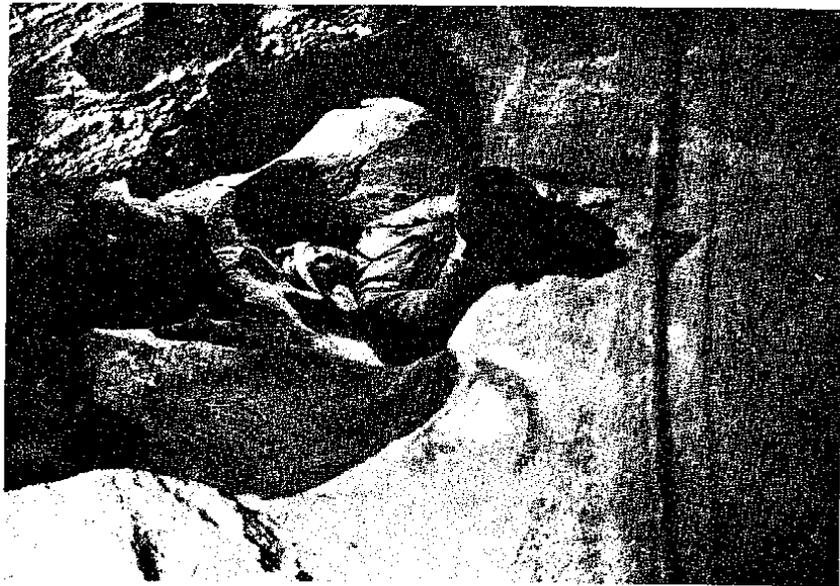
Le marmitte del corridoio abbandonato dal 5.^o ruscello. A, sezione e veduta schematica del corridoio; B, sezione longitudinale; C, pianta. - Scala per B e C, 1:500.

ticosa dell'acqua, ma piuttosto rappresentano successivi livelli dello specchio d'acqua nelle marmitte; ciò si arguisce dal fatto che il livello dei solchi si mantiene perfettamente regolare anche se sulle pareti vi sono sporgenze e rientranze accidentali:

Notevoli casi di erosione a marmitte, assai simili a quelle in serie della grotta di Villanova, osservai in una grotticella sotto la grande rupe del M. Stella verso val del Torre, che non descrissi nel catalogo per la piccolezza delle sue dimensioni. Nella Tasajama stessa, nel corridoio asciutto fra la sala I e la saletta L, ve ne sono dell'altre, che hanno sul fondo ciottoletti di 2-4 centimetri di diametro, del tipo di quelle sopra descritte.

Marmitte simili a quelle di Villanova ha la grotta di Douboca in Serbia (Cvjić, *Douboca*, pag. 83).

La grande galleria della grotta di Viganti, scavata nel calcare cretaceo compatto, fra 40 e 100 metri dall'ingresso è formata dalla fusione di una serie di marmitte de' giganti, concamerate, disposte in cascata. Meglio che una lunga descri-



Grotta di Villanova.

Le marmittie dei giganti del corridoio abbandonato dal 5.^o ruscello.

zione servirà a far capire la loro struttura l'annesso disegno (fig. 104.^a). Le marmitte, *in cascata*, si trovano al piede di un salto e sull'orlo di un altro salto; la soglia è più o meno rialzata; sul fondo si conserva l'acqua.

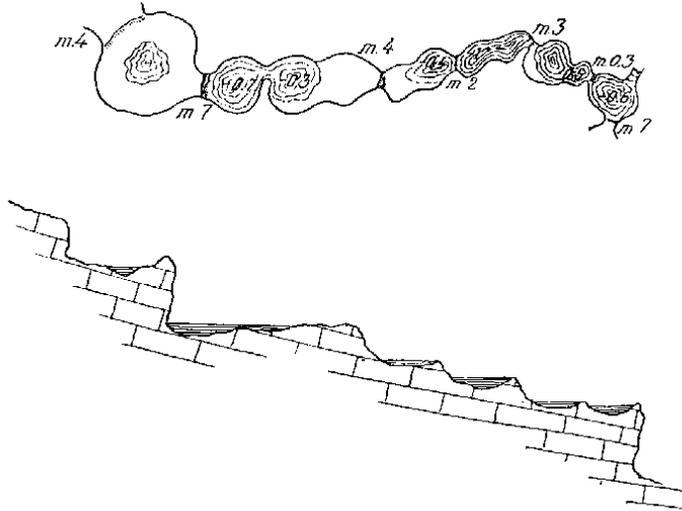


Fig. 104.^a — Grotta di Viganti.
Marmite in cascata nella galleria principale — In alto pianta,
in basso profilo longitudinale. - Scala 1:1000.

Un'altra bella serie di marmite, di questo tipo, ma asciutte, si trova nella grotta di Villanova, nel corridoio che porta alla quota 558. Esse sono disposte su di un pendio abbastanza ripido e presentano il profilo che si vede nella figura 105.^a.

Una disposizione di marmite identica a quella della grotta di Viganti, ed una morfologia assolutamente eguale presenta la *Goule de Foussoubie* (Plateau de Virac, Francia). Anche là la galleria scende a salti al piede dei quali sono delle vasche d'acqua che ristagna nei tempi di magra (Martel, *Abimes*, pagg. 106-107).

Nelle *Ciase de lis Aganis* vi sono due uniche marmite, di forma regolarissima, del diametro di 2 e 1 metro, entrambe situate alla base di una salita (verso l'esterno).

Sull'origine delle marmite dei giganti per l'azione del moto vorticoso delle acque ormai tutti i morfologi sono d'accordo; e quasi

la totalità di essi conviene con le idee esposte dal Brunhes (*La tactique des tourbillons; Marmites fluviales*) che soltanto ai vortici e all'erosione del materiale sottile in sospensione nell'acqua sia do-

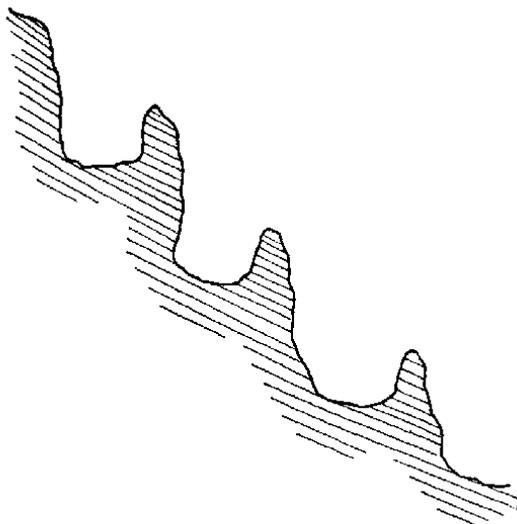


Fig. 105.^a — Grotta di Villanova.
Serie di marmitte in cascata.

vuto lo scavo delle marmitte; e non, come si credeva un tempo, all'azione trapanatrice esercitata da grossi ciottoli mossi dall'acqua nella cavità iniziale della marmitta.

Una prova di più della teoria del Brunhes si trova nelle grotte, ove le marmitte si osservano, non solo nel suolo, ma in certi casi, scavate a rovescio, sulla volta. In tale caso non è più possibile ritenere che ciottoli abbiano potuto permanere sul fondo della marmitta, mentre è evidente che l'acqua limosa sotto pressione, riempiendo tutta la galleria della grotta, può formare vortici a rovescio sulla volta.

Così avviene nella *Pre-Oreak* ove la volta, alta 5-6 metri dal suolo, presenta degli incavi emisferici od a pentola rovesciata, di dimensioni varie: da 30-50 centimetri sino ad un metro o due di diametro.

Alcune cavità simili sono nella *Ciase de lis Aganis* di Anduins. Va notato che entrambe queste grotte, del tipo di sbocco,

a torrente, sono periodicamente attraversate da correnti fortissime, che le riempiono totalmente.

Martel (*Abîmes*, p. 282) descrive come marmitte dei giganti rovesciate quelle che si formano per l'azione vorticoso delle acque sulle volte degli allargamenti che ordinariamente esistono ove i corridoi svoltano ad angolo retto, là ove di solito le acque si mettono in pressione. Sono degne di nota poi (Rahir, Martel e Vandenberg, *Cavernes et Rivières*, I, p. 101) nella galleria des Aventuriers (Grotta di Han, Belgio) «... le numerose *cloches* che si trovano nella volta; sono talora delle vere marmitte dei giganti rovesciate, dovute al moto vorticoso delle acque (antiche e moderne) la cui traccia si vede ovunque ».

In parecchie grotte, al braccio ascendente di un sifone tubulare fa seguito una vasta cavità d'erosione, ordinariamente a cupola, dovuta all'erosione vorticoso delle acque salienti con forza sotto pressione (*Fontanon di R. Negro*, fig. 74.^a; sifone terminale della grotta *Pre-oreak*, fig. 57.^a).

Questa forma di volta tondeggiante, levigata per la pressione e il turbinare dell'acque spinte da un sifone, fu felicemente definita un *coperchio di marmitta* da Décombaz (*Royans et Vercors*, p. 5).

Forme da ravvicinarsi alle marmitte perchè in parte dovute al moto vorticoso, sono i *pozzi*, che, quando raggiungono una certa profondità sono piuttosto simili, per forma e per origine, alle voragini.

La grotta di Villanova presenta due di tali pozzi, ciechi, profondi m. 4 e m. 8; un terzo mette in comunicazione due gallerie sovrapposte. Due pozzi analoghi sono nella Ta-potcelan. Uno di essi è profondo 12 metri, a forma di bottiglia ed a fondo cieco; l'altro, più irregolare, profondo 14 m. pure a fondo cieco. Però a un quarto di discesa dal primo si stacca un cunicolo.

21. *Lame rocciose, scanalature verticali e superfici concoidi.* — I particolari delle forme d'erosione esaminati in questo paragrafo sono in prevalenza dovuti all'azione chimica dell'acque, quantunque vi intervenga, in minore misura, l'azione meccanica.

Lungo le pareti dalle quali colano perennemente degli stillicidi, e specialmente lungo quelle verticali delle voragini, si formano delle erosioni caratteristiche. Nelle cavità friulane se ne trova un esempio caratteristico in una *Voragine-fessura* ad ovest del Bila-Pecc (fig. 5.^a). Si tratta di solchi verticali assai profondi, multipli e scavati talora uno all'interno dell'altro in modo da dare un profilo del tutto speciale alla parete. I solchi sono racciostati gli uni agli altri in modo che le creste divisorie si presentano taglienti (fig. 106.^a). La superficie del fondo dei singoli solchi si presenta come concoidè (*cupulée*) per l'erosione chimica della roccia.

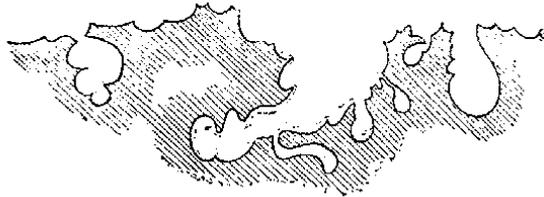


Fig. 106.^a — **Scanalature verticali nella parete della voragine ad ovest del Bila Pecc.**

Sezione orizzontale. - Scala 1:80.

Solchi simili sono anche nelle larghe fessure con neve che occupano la soglia rialzata fra il Bila Pecc e il Cuel des Jerbis. Ivi essi rappresentano la continuazione di solchi carsici poco inclinati (specie di *carren*) che vengono a sboccare nelle fessure formando talora dei sistemi fluviali in miniatura. Il carattere principale di questi solchi, che li distingue da quelli formati su rocce più o meno inclinate (belli esempi sono sulle vicine pareti del Bila Pecc; De Gasperi, *Canin*) è la cresta divisoria tagliente invece che ottusa.

Il *Pozzo al piede del Bila Pec* (fig. 4.^a), lungo una parete verticale, presenta pure una bella serie di solchi paralleli, verticali, larghi 5-15 cm., profondi 10 o meno dovuti all'erosione delle acque scorrenti lungo la parete.

Forme identiche, in condizioni analoghe, furono osservate nella voragine di Xhoris (Belgio: Martel, Rahir, Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, fig. 116 a pag. 452, vol. I). E scanalature simili,

del diametro di 10-30 cm., però perfettamente levigate, furono osservate nel pozzo Wetterloch nel Salisburghese dal F u g g e r (*Schafberg*, p. 34).

Lo sviluppo maggiore di scanalature vicine, specialmente se è aiutato da fessurazioni parallele nella roccia, produce nelle voragini delle lame rocciose verticali lungo le pareti. Lo stesso fenomeno si osserva sulla volta di certe grotte. Così per esempio in certi punti della *Tasajama*, della *Gr. di Vedronza*, della *Veleniza* (fig. 22.^a e-f), ma specialmente nella *Fessura-voragine a sud del Cuel des Jarbis* (fig. 8.^a). Si tratta di un setto roccioso rimasto fra due fessure vicine e parallele che furono allargate. Spesso il setto è molto sottile, una vera lamina; le superfici non sono levigate, ma a struttura concoide, gli orli netti e taglienti.

R a y m o n d (*Dragonnière*, p. 10, 19-20 e fig. 3) che osservò nella Dragonnière delle lame calcaree simili, senza rilevare l'importanza delle fessure parallele, ne dà una spiegazione poco attendibile. Le acque avrebbero scavato un solco lungo la primitiva parete della grotta; questo solco, scavandosi altrettanto bene nel senso verticale che in quello orizzontale si è allargato ed ha creato il tramezzo roccioso fra esso e la galleria primitiva.

Fu notato che le superfici delle scanalature e delle lamine rocciose non sono levigate, ma presentano una struttura concoide. Credo di poter adottare questo termine per indicare la struttura *cupulée* dei francesi e dei belgi, che fu opportunamente paragonata alle piccole crespe prodotte sulla spiaggia dalle onde del mare. Le superfici a struttura concoide son formate da un'infinità di piccoli incavi tondeggianti, a diametro variabile, con la profondità di un centimetro o poco più, avvicinate le une alle altre e separate dalle creste acute, di contatto.

Le forme concoide sono frequentissime nelle grotte e voragini, ma le più caratteristiche ch'io osservai sono quelle della *Fessura-voragine* sotto i ghiacciai del Canin. Sono pure notevoli poi quelle del pavimento roccioso della grotta di *Vedronza*, presso il secondo stagno, nella galleria superiore.

Anche nelle grotte non italiane questo particolare d'erosione fu spesso segnalato da vari autori. Martel lo citò p. es., per la

grotta di Lombrive (*Tarascon sur Ariège*, pag. 24); ma una vera discussione sull'origine di tale forma si fece da Martel, Rahir e Van den Broeck (*Cavernes et Rivières*, I, pag. 25 e seg., pag. 93 e 94).

Viré (*Pyrénées souterraines*, p. 70) riconosceva in queste superfici *cupulées* un carattere proprio di grotte percorse da grandi correnti. Dupont le riteneva dovute principalmente al « clapotis des eaux », causa che si potrebbe invocare solo per un deposito mobile (sabbie marine). Martel, Rahir e Van den Broeck invece, con prove assai più convincenti, che le mie osservazioni sulle grotte nostrali confermano, sostengono che esse sono dovute principalmente all'azione chimica, e si producono sulle rocce soggette all'azione intermittente dell'acque.

22. *Forme d'erosione dovute all'azione chimica delle acque.* — Le superfici a struttura concoide (*cupulées*) già descritte non sono i più belli esempi dell'azione solvente dell'acqua carbonicata. Ve ne hanno altri, che non potrebbero prodursi ove intervenisse anche l'azione meccanica.

Così, nelle grotte scavate nei calcari a noduli selciferi, le pareti presentano, sporgenti rispetto al calcare, i nuclei che l'azione dissolvente dell'acqua ha rispettato. Ciò si riscontra nel crepaccio presso i *Casoni Pich*, nella *Voragine ad ovest del Palazzo* in Cansiglio, nella *Ciase de lis Aganis* presso il 2.^o stagno, e nella *Voragine Taparjama* presso le Cas. Tasaoron. Nei dintorni di questa l'erosione chimica s'è manifestata anche all'aperto e le superfici degli strati, corrose, portano in alto-rilievo i noduli e gli interstrati selciferi (fig. 107.^a).

Nella grotta di Hau (Belgio) fu osservato un fenomeno analogo; una sottile lamina scistosa, di due centimetri di spessore, è rimasta sporgente dalla roccia.

Nella grotta stessa, la superficie delle pareti, in certi tratti, causa la non uniforme solubilità del calcare, si presenta più o meno attaccata, a foggia di spugna assai rugosa (Martel, Rahir e Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pag. 56).

In modo analogo restano sporgenti dalla superficie corrosa di calcari dolomitici i nuclei spatizzati di certe conchiglie, specialmente *Megalodon*; ciò si osserva benissimo nella seconda *Voragine-fessura* ad ovest del Bila-Pecc e nella *Grotta di*

Robic. Nella *Voragine presso Cas. Schiosi* sono i nuclei di fossili cretacei che restano sporgenti. Ma un esempio che credo più unico che raro, degli effetti dell'erosione chimica, è quello

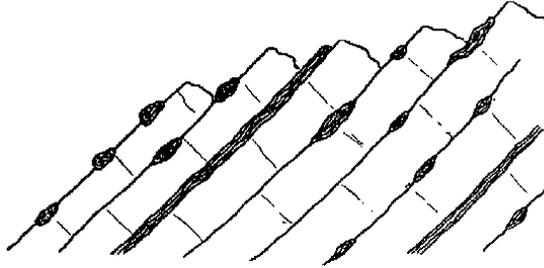


Fig. 107.^a — I noduli di selcifero sugli strati affioranti presso la Taparjama.

che si osserva sulle pareti della sala *F* della grotta di Villanova. La roccia è una breccia, ad elementi calcarei grossi uno o qualche centimetro, unita da un cemento arenaceo (silice) e calcare. La dissoluzione ha asportato del tutto i ciottoli calcarei; il cemento è rimasto come una gabbia, fragilissima, che l'azione blanda dell'acqua lentamente stillante non è riuscita a distruggere.

Nei calcari carboniferi della caverna Eastwater in Inghilterra è successo qualcosa di simile. I coralli e crinoidi più resistenti sono rimasti a mo' di scheletro ove la roccia è stata corrosa dall'azione chimica, tanto che è possibile affondare le dita nel fragile edificio (*Balch, Mendip-Hills*, pag. 10).

23. *Denudazione. Frane.* — Uno dei processi di allargamento nelle grotte, al quale mi pare finora non sia stata data la dovuta importanza, è quello della *denudazione* (1). L'azione solvente dell'acqua allarga le fessure; l'azione meccanica dell'acqua stessa, in uno con i materiali di trasporto, amplifica il canale dall'alto al basso. Ma oltre a queste due azioni ne interviene una terza: il distacco e la caduta di materiali dalla

(1) Nell'uso del vocabolo *denudazione* mi riferisco alla definizione di esso data dal *Porena (Morfologia)*: « Diciamo *denudazione* l'allontanamento dei detriti per distacco » (p. 10), adoperando « il termine *distacco* per significare la trasformazione in rocce incoerenti delle consistenti, per azione, fisica o chimica, dell'aria e dell'acqua e della temperatura ».

volta. Non si tratta dell'effetto chimico e meccanico dell'acqua, ma di entrambi contemporaneamente, che operano il disfacimento; con essi agisce la gravità e si ha la denudazione. Nel disfacimento meteorico ha parte principalissima la temperatura, con i suoi sbalzi fra giorno e notte e fra inverno ed estate; nel disfacimento sotterraneo invece la temperatura non interviene affatto, essendo trascurabili per l'opera di disaggregazione le piccole escursioni termiche che avvengono nelle grotte. Il fattore principale è invece lo stato di fessurazione della roccia, tanto che nei calcari compatti il fenomeno non si avvera od avviene in grande, per crollo, di massi (cupola della Preoreak p. es.) più che per distacco di detriti (1).

L'acqua che trapela nelle fessure ha azione prevalentemente chimica, essendo minima quella meccanica consistente quasi solo nella forza di penetrazione data dalla capillarità. Questo almeno nelle rocce calcaree; però in certi calcari marnosi e in certe marne che stanno in lenti o banchi nei calcari (questo valga per il detrito angoloso di certe sale di Villanova) l'azione meccanica, effettuantesi come uno spappolamento della roccia lungo le fessure, non dev'essere priva di effetto.

Bisogna tener ben distinta la denudazione che avviene presso la bocca della grotta o nei ripari sotto roccia, — quella che fornisce gli strati detritici, tanto importanti per la netta definizione dei livelli paleontologici, — da quella interna; essendo la prima null'altro che disfacimento meteorico, più rapido sotto le volte dei ripari per esser ivi meno ostacolata dall'azione della gravità.

La grotta ove osservai tipicamente gli effetti della denudazione è quella di *Barman* (pag. 42), scavata nei calcari dolomitici della catena del Musi. Il suolo delle gallerie, oltre che da ciottoli rotolati, è coperto da breccie del tutto simile a quello prodotto dal disfacimento meteorico alla base delle pareti rocciose. Le pareti e la

(1) Paragonando questi fenomeni con quelli che avvengono all'aperto il crollo dei massi entrerebbe nel gruppo dei fenomeni di frana, il distacco di frammenti invece in quello dei fenomeni di disfacimento.

volta, prive di incrostazioni, presentano una superficie irregolarissima, a piccoli spigoli e punte.

Il disfacimento non può effettuarsi in quelle grotte nelle quali gli stillicidi arrivano saturi di sali calcarei, sia per il fatto che in tali condizioni non possono più allargare le fessure della roccia, tendendo, se mai, a cementarne i frammenti; sia anche per il formarsi di croste sulla volta e sulle pareti, croste che armano, in certo modo, la galleria.

Un caso speciale, — non del tutto analogo a quello dei calcari trattandosi di roccia elastica cementata, — è quello che avviene nelle grotte dei conglomerati (*Filuvigne, Gr. presso S. Pietro, ecc.*). Il cemento che unisce i conglomerati viene sciolto e dalla volta, o dalle pareti, cascano i ciottoli isolati o riuniti in gruppi. Ciò si effettua per la maggior facilità del cemento a sciogliersi, a preferenza degli elementi ciottolosi (molti di questi sono di roccia diversa, poco solubili: arenarie, dolomie, ecc., o sono comunque più compatti) (1).

Si potrà osservare che questo processo della denudazione rientra fra quelli di riempimento, piuttosto che di scavo, ma ciò non è finchè la galleria è percorsa da una corrente.

In una grotta in attività la denudazione è uno dei processi d'allargamento delle gallerie, perchè l'acqua convoglia seco i materiali man mano che cadono dalla volta. Nelle grotte inattive invece, contribuisce al riempimento e all'ostruzione dei passaggi più stretti.

Di detrito di disfacimento è appunto chiusa l'estremità del canale *P* di Villanova; e così pure la galleria laterale della grotta del Cavallone negli Abruzzi (*D e G a s p e r i, Cavallone*).

Anche le frane, quando si producono in gallerie percorse dall'acqua, vanno classificate fra i fenomeni di allargamento; mentre si devono ritenere cause di riempimento delle cavità se avvengono in luoghi ormai abbandonati dalle acque. Per questo carattere frane e materiali prodotti dalla denudazione si comportano ugualmente.

L'allargamento per opera delle frane avviene per lo più

(1) Vedemmo, al paragrafo precedente, un caso del tutto inverso (Villanova); ove i ciottoli si erano disciolti ed era rimasto lo scheletro di cemento.

in grotte giovani, e agisce nel senso dell' altezza; un esempio bellissimo ne abbiamo nella formazione delle sale a cupola, originatesi per frane i cui materiali furono man mano asportati dalla corrente (vedi paragrafo 18).

Un esempio di frane di riempimento, in un corridoio ormai inattivo, è quello di una saletta del corridoio *l* nella grotta di Villanova (fig. 108.^a *A*).

La volta attuale è formata dalla superficie inferiore di uno strato. Blocchi enormi, staccati da essa, ingombrano il pavimento.

Le frane delle grotte sono quasi tutte del tipo « di crollo », e avvengono, com'è naturale, il più frequentemente dalla volta. Si producono più facilmente là ove la corrente, trovando uno strato più erodibile, tende a formare una galleria bassa e larga, e in genere con maggior frequenza ove gli strati sono suborizzontali. Là infatti l'allargamento avviene di preferenza, in senso laterale, lungo le giunte; la volta rimane formata dalla superficie di uno strato che a lungo andare crolla (fig. 108.^a *B*).

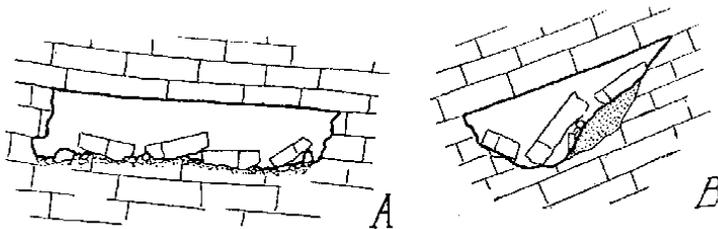


Fig. 108.^a — *A. Grotta di Villanova.*

Sezione della saletta in fondo al corridoio *l*.

La volta è costituita dalla superficie inferiore di uno strato.

B. Grotta Veleniza.

Sezione nella galleria principale. — I massi caduti sono in parte nell'acqua.

Non mancano però distacchi di massi dalla volta in tratti di galleria a sezione allungata nel senso verticale, come nel corridoio presso il 4.^o salto nella Tasajama, ma allora è la preesistenza di fessure che determina il distacco e la caduta (fig. 109.^a).

24. *Fenomeni di riempimento.* — Compiuto il loro ciclo di evoluzione, e ormai abbandonate dalle acque, le grotte ten-

dono a riempirsi. Varie sono le cause che cooperano in questo fenomeno, e varî autori ebbero ad occuparsene.

Sul modo di riempimento delle caverne, specialmente per quanto riguarda la stratigrafia dei reperti umani si è intrattenuto il Boule, (*Remplissage des cavernes*). Egli, riferendosi sempre a caverne ormai inattive, e fossilifere, distingue depositi sterili e depositi ossiferi: i primi d' origine alluvionale (ghiaie e ciottoli) possono essere assai antichi; i secondi, d' argilla, con resti fossili e frammenti rocciosi, provengono da trasporti dall' esterno, per opera del dilavamento. I riempimenti del primo tipo possono mancare, gli altri non mancano mai.

Parat (*Cure*) fra le cause di riempimento cita: materiali di frana, concrezioni, alluvioni di torrenti dall' esterno, ma soprattutto materiali (spec. argille) portati dalle fessure verticali.

Vanden Broeck (*Furfooz*, p. 205) osservò a Furfooz (e ritiene la cosa generale) che il riempimento avviene: *a*) per disfacimento e alterazione in posto delle pareti; *b*) per trasporto e deposito di elementi sedimentari (ciottoli, sabbie, limo, ecc.) dall' esterno. Non tutte le argille sono provenienti dalla terra rossa (orig. chimica), ma certe solo da rimaneggiamento di strati argillosi di epoche diverse. Di solito i depositi per riempimento sono portati dalle acque giungenti per camini e fessure comunicanti con l' altopiano.

Martel (« Spelunca », 1900, p. 9) distingue, in ordine d' importanza, i seguenti fattori del riempimento delle caverne: 1. Apporti dall' esterno per le fessure della volta; 2. Frane prodotte dalle acque d' infiltrazione; 3. Crolli dovuti all' erosione dei fiumi; 4. Decalcificazione dei calcari e accumulo di terra rossa; 5. Incrostazioni; 6. Trasporto di alluvioni e resti organici dalle cavità assorbenti; 7. Incrostazioni all' uscita delle acque; 8. Nevi e ghiaccio; 9. Ossa di animali caduti o gettati nelle voragini.

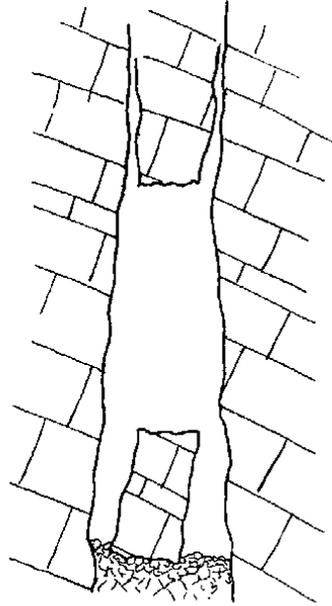


Fig. 109.^a — Grotta di Villanova.
Sezione attraverso una galleria
presso il 4.^o salto.

Le cause citate da Boule, da Parat e da Van den Broeck sono appunto, se non tutte, certo le più importanti fra quelle che intervengono nel riempimento delle grotte. I fattori elencati dal Martel, a parte la successione in ordine d'importanza, che può variare secondo le condizioni locali, non sono tutti ugualmente buoni e accettabili. Così il 4.º fattore « decalcificazione dei calcari e accumulo di terra rossa », vale soltanto per la metà, chè l'accumulo rientra nel 6.º o nel 1.º fattore, mentre il decalcificarsi della roccia sarà sempre un fattore di allargamento finchè il residuo della decalcificazione non venga portato dalle acque e accumulato. Le incrostazioni all'uscita delle acque rientrano, mi pare, nel grande gruppo 5.º delle incrostazioni. Le nevi e ghiaccio infine non mi sembrano da annoverarsi fra i materiali di riempimento perchè si tratta di depositi che vanno considerati più o meno temporanei, e perchè allora alla stessa stregua andrebbero classificati fattori di riempimento grandi e piccoli depositi d'acqua.

Secondo le mie osservazioni e secondo i criteri che mi sono venuto formando nella esplorazione delle grotte friulane, elencherei, in ordine d'importanza, i seguenti fattori di riempimento:

- 1.º Materiali, specialmente sottili, portati da fessure o camini ascendenti;
- 2.º Materiali alluvionali, convogliati dalle acque e provenienti dall'esterno e da altra parte della grotta;
- 3.º Frane, quando si producono in grotte o parti di grotte abbandonate dalle acque (paragrafo 23);
- 4.º Materiali di disfacimento, che si producono nelle stesse condizioni (paragrafo 23);
- 5.º Incrostazioni (paragrafo 25);
- 6.º Depositi di resti organici, in posto o portati dalle acque;
- 7.º Depositi dovuti all'uomo.

Va ancora notato, e la cosa è ben evidente, che quando nel fattore di riempimento non interviene un trasporto dall'esterno, il riempimento di una parte della caverna corrisponde sempre a un allargamento di un'altra.

Da tutti i cunicoli in salita, dai camini e anche dalle minuscole fenditure, da dove caschino correnti sia continue sia

temporanee, sia anche stillicidi, vengono portati nella grotta dei depositi di limo che raggiungono talora proporzioni enormi fino ad arrivare ad ostruire le gallerie.

Il primo che abbia dato la dovuta importanza ai camini ascendenti nel trasporto dei materiali di riempimento nelle grotte fu lo Schmerling (*Ossements fossiles*), e dopo di lui le sue osservazioni furono confermate e ampliate dal Lyell (*Ancienneté de l'homme*, pag. 73).

Nel 1892 Boule (*Remplissage des cavernes*) ha dimostrato con nuovi fatti che l'agente principale di riempimento nelle caverne è il limo argilloso portato dall'esterno, per mezzo di camini e delle fessure della volta. In molte grotte da lui visitate poté sorprendere in azione tale fattore di riempimento; nella caverna di Lherm e in quella di Reilhac osservò dei conoidi stratificati nei quali il deposito argilloso alternava con croste stalagmitiche.

Naturalmente è impossibile, nell'esplorazione di grotte, vedere tali gallerie ormai giunte a completo riempimento, e non saprei citare nessun esempio friulano in proposito. Ma un caso veramente caratteristico troviamo nelle cave di ocre di Verona (Nicolis, *Circolazione interna*). Si tratta di un sistema di gallerie interamente ostruite dal terriccio, comunicanti col sommo dell'altopiano mediante camini e fessure pure piene di ocre, detti *arsi* (1). Le gallerie, riaperte con i lavori di cava, presentano tutte le caratteristiche di antiche grotte. Fra il materiale ocreo e la roccia è una specie di foderà bianca, farinosa, sempre umida che Nicolis ritiene carbonato di calcio travolto dalle acque e depositato a parte per diversità di peso specifico. Assai più probabilmente invece si tratta delle concrezioni calcaree che rivestirono la grotta prima del riempimento e che ora rimangono spappolate nell'acqua che filtra fra la roccia e l'argilla.

Fenomeni simili si osservarono nella galleria del Bouquet, sulla linea Tournemire-Vigan, ove, nei calcari baocianti, si trovarono soluzioni di continuità riempite di terra o di argilla (« Spelunca », 1897, p. 200).

(1) Questi camini riempiti di limo, quando vengono messi allo scoperto da lavori di cava son chiamati nel Cividalese col nome di *napis di argile* (camini di argilla).

In tutte le grotte, ove più, ove meno, si osservano in formazione i depositi di limo che costituiscono talora veri conoidi allo sbocco dei cunicoli ascendenti; se ne osservano vari nella *Pre-oreack* ed uno veramente tipico nella sala *F'* a *Villanova*.

Nella *Veleniza* il limo cadente con gli stillicidi ha costruito delle curiose stalagmiti, alte uno o due decimetri, di forma tozza, con una cavità crateriforme in cima (fig. 110.^a).

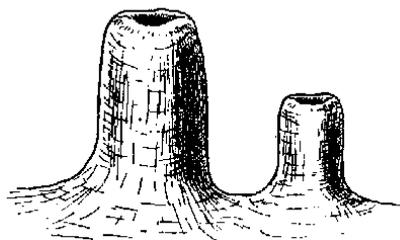


Fig. 110.^a — Grotta Veleniza.
Stalagmiti di limo.

Forme simili furono osservate anche dal *Viré* (*Faune souterraine*, p. 23). Piccole formazioni stalattitiche argillose trovai io, non in grotte, ma in certe cavità nelle argille eoceniche presso il Borgo nella Rep. di S. Marino. Probabilmente anche il limo che riveste la volta in certi casi è portato dallo stillicidio. *Viré* (*Faune souterraine*) crede che in certi calcari argillosi la lenta dissoluzione lasci sulle volte uno strato aderente d'argilla.

In quanto alla sua origine, il limo che scende per fessure o camini, è il più delle volte il prodotto eluviale della decalcificazione che viene dall'esterno per le numerose fessure delle rocce calcaree. Però, come giustamente osservò *Vanden Broeck*, può darsi anche che si tratti di rimaneggiamento, operato dalle acque, di strati argillosi di epoche diverse; e questo non dev'essere caso raro nella zona eocenica friulana, ove non mancano interstrati marnosi.

I ciottoli arrotondati sono abbastanza frequenti in tutte le grotte, ove passi qualche corso d'acqua; la loro presenza è però costante, e perciò degna di nota, nei bracci ascendenti

dei sifoni, specie di quelli con notevole inclinazione (*Ciase de lis Aganis, Font. di R. Negro, Buse da l'ors, Pre-oreak*). È facile comprendere la ragione di questo fatto: si tratta di materiali soggetti all'azione di una corrente che tende a portarli verso l'alto facendoli rotolare. Però l'azione del trasporto avviene lentamente perchè ostacolata da quella della gravità; onde i sassi sono costretti a rotolar su sè stessi, piuttosto che salire verso l'esterno.

Anche nelle marmitte (*Viganti, Villanova, Ciase de lis Aganis*), si trovano sempre ciottoli più o meno arrotondati.

Gli esempi più belli e regolari si osservano nelle marmitte della grotta di *Villanova* ove, per la natura delle rocce che li costituisce (silice nera) e per le piccole e uniformi dimensioni (2-5 cm.), sembra quasi che ne sia stata fatta una cernita.

Il depositarsi dei materiali alluvionali nelle grotte avviene sempre con molta irregolarità, perchè sono frequenti le contro-pendenze, i salti, ecc. in modo che uno strato non è continuo per lungo tratto. Per questa ragione non sempre un eguale spessore di materiali alluvionali può dare in una grotta indizio di eguale durata del periodo d'alluvionamento. Si danno casi di grossi strati di ciottoli, deposti in tempo breve assai, in causa di condizioni particolari. Così per l'alluvionamento avvenuto nella sala *D* e nei corridoi che le stanno a monte, nella *Grotta di Villanova*. Una caduta di materiali dalla volta chiuse il cunicolo d'uscita della sala. Dietro questa sbarra di detriti il ruscello accumulò, sino a formare una specie di ripiano, i materiali alluvionali. Il ripiano occupava la sala e parte del corridio dietro ad essa; a monte di tutto l'ostacolo l'acqua dovette ristagnare. A testimoniare dell'esistenza del ristagno stanno varie cornici di crosta concrezionata, lungo le pareti: di essa sarà detto a proposito delle incrostazioni.

Se le gallerie ove giunge dai camini il limo eluviale sono percorse da un ruscello, esso viene asportato e diviene, ove si rideposita, un materiale di trasporto alluvionale.

I depositi per decantazione sono i più comuni, e si formano in certe parti delle grotte percorse temporaneamente da tor-

renti, perchè questi di solito portano acque torbide che, al cessare delle piene, ristagnano nelle parti basse e lasciano depositare i materiali in sospensione. Questa origine hanno gli abbondanti depositi di limo che stanno nelle bassure intorno alle pozze d'acqua nella grotta di *Vedronza*, nella *Pre-oreak*; quelli che si trovano sul fondo dei pozzi della *Ta-pot-celan*. Anche certi corsi d'acqua perenni, che scorrono in conche successive, lasciano del limo nelle conche e il fondo della grotta si trova così alternativamente formato di tratti piani o in leggero pendio, ghiaiosi, e di tratti incavati, profondi, fangosi (*Foran des Aganis, Veleniza*).

Nella grotta di *Villanova*, le cornici sporgenti lungo i corridoi percorsi dalle acque, sono abbondantemente ricoperti di limo. Si tratta, a quanto pare, di materiale deposto dai ruscelli in tempo di piena, prima che l'accentuato approfondirsi del corso d'acqua mettesse le cornici del tutto al sicuro dalle successive piene.

Un altro caso in cui si deposita del limo è quello *per insaccamento* delle acque in una cavità laterale alla galleria percorsa dalla corrente. Pare abbia questa origine l'enorme giacimento di limo calcareo-argilloso della seconda sala della *Pre-oreak*. Un caso analogo è quello della grotta di *Robic*, per la quale si deve supporre che un tempo, durante le piene del Natisone, le acque torbide vi si insaccassero. Qualcosa di simile è avvenuto nella Grotta della Pozzanghera nel Finalese. (*Bensa, Grotte App. Ligure*).

Il deposito di terriccio nella grotta di *Robic* assume proporzioni grandissime, estendendosi a gran parte della grotta, con lo spessore di qualche metro. Si tratta di argilla micacea, mista a molta sabbia finissima. Il *Tellini* lo paragona a certi loess (meglio depositi argillosi di lavaggio) della pianura presso Udine.

Fra i resti organici animali delle grotte va in prima linea citato il guano di pipistrelli, che, in quelle ove tali mammiferi si radunano in gran copia, si accumula in ammassi considerevoli. Più o meno ve n'ha in tutte le grotte esplorate, ma in alcune si riduce a tanto poca cosa da poter essere trascurato.

Non così a *S. Giovanni d'Antro* (1), nella *Ciase de lis Aganis*, nel *Foran des Aganis*, e nella *Grotta di Robic*. In quest'ultima (Tellini, *Peregrinazioni*) sono « due discreti depositi di guano di pipistrelli. Ha questo l'aspetto di una massa spugnosa, soffice, di color bruno, con scagliette azzurrigne, metalliche; disseminato di concrezioni biancastre; offre una certa resistenza ad essere rotto per i caratteristici peli dei pipistrelli che lo collegano, e tramanda odore urinario penetrante, specie dalle rotture recenti. Al microscopio si scorge che la massa principale è costruita da pezzetti di dermoscheletro di insetti mangiati dai pipistrelli e da peli. I pezzetti bianchi sono costituiti di cristallini incolori, diafani, insolubili nell'acqua, che pare siano di ossalato di calcio. Questa sostanza manca nel guano di *S. Giovanni d'Antro* ed attesterebbe la maggiore antichità del deposito di *Robic* ».

Altri materiali organici animali, di riempimento nelle grotte, sono i resti di scheletri delle caverne ossifere. Molte, probabilmente, delle grotte friulane, contengono di tali materiali, ma la loro ricerca è ancora all'inizio. Ne furono raccolti a *Robic*, a *Viganti*, a *Torlano*, a *Medea*, nella *Pod Jama* di Lusavera, nelle *Masariate*, nella *Velika Jama*, nella *Spilugne di Landri* e nella *Pod Figouzo*.

Per i resti umani: focolari, avanzi di pasti e residui di industria neolitica o paleolitica, può ripetersi lo stesso, che le ricerche fatte furono poche; comunque si conoscono i depositi importanti di *Robic*, della *Velika Jama* e della *Spilugne di Landri*.

Nelle grotte percorse da corsi d'acqua che provengono dall'esterno si trovano anche considerevoli depositi di residui vegetali. Così in tutto il corridoio grande della *Olobigneza* e in quello della *Pre-oreak*, vi sono grossi tronchi d'albero e strati di rami e foglie fluitate.

(1) Nel guano di pipistrelli di *S. Giovanni d'Antro* G. Nallino (*Analisi chimica*) riscontrò 11,96 % d'acqua, 68,48 % di sostanze organiche e 13,56 % di sostanze minerali. L'azoto allo stato di composto organico era 7,15 %, allo stato di composto ammoniacale 0,63 %. Ossido potassico 0,87 %; anidride fosforica 5,12 %, della quale 1,34 insolubile nel citrato ammonico neutro.

Nel riempimento delle voragini non intervengono di solito tutti i fattori che partecipano a quello delle grotte, e quelli che vi intervengono non lo fanno in eguale misura. Fattori essenziali sono, in ordine d'importanza:

1.° Materiali sassosi, franati dalle pareti o caduti o gettati dall'esterno. È di solito in causa di tali depositi che il fondo delle voragini è ostruito; anzi va notato che tutte le voragini friulane sono in tali condizioni, eccetto quelle poche che hanno neve al fondo e la *Voragine presso il Palazzo sul Cansiglio*.

2.° Detriti organici vegetali (tronchi, rami, foglie) che formano talora ammassi notevoli.

3.° Resti organici animali, di rado per la caduta di animali avvenuta casualmente; più spesso per la triste pratica di servirsi delle voragini per gettarvi le bestie morte di malattia.

4.° Materiali portati dalle acque. Le voragini friulane, eccetto una (*Ta-na-gabrice*), non assorbono corsi d'acqua; ad ogni modo, ai così detti inghiottitoi (Cansiglio), le correnti portano grandi quantità di limo eluviale che spariscono sotterra assieme all'acqua; è lo stesso materiale che, nell'interno dell'altipiano, va a riempire le gallerie.

Nelle altre voragini il poco limo che viene raccolto dalle acque dilavanti entro il raggio d'impluvio della bocca, si disperde fra i massi di frana del fondo.

Soltanto in una voragine della Calvana di Prato (Toscana), la « Speloncaccia », osservai un caso tipico di ostruzione di voragine con limo (De Gasperi, *Calvana*).

Per la stessa ragione citata parlando delle grotte, non elenco qui fra i materiali di riempimento le nevi e il ghiaccio. Sono masse che man mano si cambiano, effettuando, con maggior lentezza, un passaggio simile a quello dell'acqua. E mentre i depositi di altro genere, se non intervengano cause speciali asportatrici, non mutano e si possono conservare nell'epoche geologiche, altrettanto non si può dire dei depositi d'acqua congelata.

25. *Depositi di incrostazione.* — Le concrezioni calcaree che in altre regioni formano una delle maggiori attrattive del

mondo sotterraneo, sono assai scarsamente sviluppate nelle grotte friulane. Perciò mi accontento qui di trattarne soltanto come fattore del riempimento delle caverne, dedicando pochi appunti a talune forme di depositi calcarei che per una ragione o per l'altra meritano di essere ricordate.

Ricorderemo comunque che fra le più belle per incrostazioni, è la sala terminale della *Masariate inferiore*. Ivi sono splendide stalattiti e stalagmiti talora unite « a formare colonne e cortinaggi del più bello e fantastico effetto. E dalla volta a guisa di fiori pendono eleganti incrostazioni candide e trasparenti, ora aghiformi, ora incrociate in mille forme. Notevole... è una gigantesca colonna che unisce la volta col suolo, alta ben otto metri e della circonferenza, nel punto di massima espansione, di circa quattro metri » (Coppadoro, *Masariate*).

Altre belle incrostazioni sono nella *grotta di Villanova*, nel corridoio e nel canale già percorso dal quinto ruscello. Ivi sono fra altro belle colonne, alcune delle quali dovettero essere spezzate per procedere nell'esplorazione.

Non vanno dimenticate infine la *grotta di Taipana* e quella *Corona*, pure assai bella e fra le più ricche di incrostazioni.

La scarsità, e talora la mancanza di concrezioni calcaree in certe grotte friulane è dovuta al fatto che esse sono di frequente percorse da correnti torrentizie che asportano man mano il deposito concrezionato in formazione. In queste condizioni sono alcune fra le maggiori grotte nostre: *Viganti*, *Pre-oreak*, *grotta di Vedronza*, *Ciase de lis Aganis*. Nelle altre grotte, più o meno, i depositi stalagmitici si può dire non manchino mai, ma soltanto in alcune di esse raggiungono tali proporzioni da venir riguardati come fattore di riempimento importante.

Nella *grotta di Villanova* si nota una notevolissima diversità nel deposito calcareo dato dalle acque dei ruscelli; mentre quelli della parte sud-orientale della grotta non lasciano che minime tracce d'incrostazione, il ruscello che viene da ponente ha talmente coperto di incrostazioni le pareti e il suolo della galleria da esso percorsa da renderla in certi siti impraticabile. Il punto estremo raggiungibile è infatti chiuso

da incrostazioni. Nel suolo della saletta si trova un crostone spesso 30-40 cm. inglobante qualche raro ciottolo. Ma dove la diversità è più manifesta è nella sala finale, ove lo sbocco del ruscello forma una cascata incrostata alta 4-5 metri. Questo potere incrostante fu probabilmente la causa della non avvenuta escavazione di questa galleria in corrispondenza alle altre.

Avevo creduto da principio di poter spiegare l'abbondanza di calcare in queste acque col fatto che la galleria passa sotto al paese e alla zona più coltivata, — ed era la spiegazione già invocata da *Martel* per l'*Aven Armand* (« *Mém. Soc. Spél.* », n. 20, p. 12), ma dovetti rinunciarvi poichè nei ripiani alti, abbandonati dagli altri ruscelli, si trovano delle croste stalagmitiche uguali, che risalgono a un tempo in cui non c'erano certo là sopra campi nè abitati.

Nella stessa grotta, anche il ruscello che ha origine dalla bocca inferiore dovette nel primo periodo d'erosione della grotta essere in condizioni simili. Potenti crostoni stalagmitici si osservano infatti nei canali superiori da esso abbandonati, e attaccati a guisa di cornici presso la volta in quei corridoi che furono semplicemente approfonditi. È curioso poi osservare come, durante lo stesso periodo, il quinto ruscello non depositasse punti materiali d'incrostazione; la cosa è dimostrata dal fatto che nelle gallerie abbandonate da quel ruscello mancano del tutto depositi calcariferi se si tolgono quelli di stillicidi locali.

Crostoni stalagmitici sono quelli che occupano tutta la parte interna della grotta *Ta-pot-korito*; che dividono in due strati i depositi fossiliferi della *Velika Jama*, che riempiono la *Ta-pot-Figouzo*, ecc.

La grotta della *Ciamarate* in Carnia (pag. 88) presenta un caso del tutto caratteristico, di una grotta cioè formata per incrostazione. Le acque calcarifere di alcune sorgenti cominciarono a formare sul pendio di un terrazzo laterale alla valle Pesarina una cornice di incrostazione, che andò man mano sporgendo e individuando una cavità che è appunto la grotta.

F. Mazauric (*Boudène*, pag. 87) ha descritto una serie di bellissime piccole grotte originatesi con un processo del tutto analogo

a quello ora descritto per la gr. della Ciamarate. In Italia del resto abbiamo esempi classici di acque incrostanti a Tivoli, a S. Filippo, ecc. Un vero cunicolo sorgentifero lungo una quindicina di metri, in una massa di calcare concrezionato deposto dalle acque sorgive ricordo d'aver visitato nel 1907 sopra il paese di Sardagna in Trentino.

Nella *Ceule dai Pagans* di Majaso sono alcune interessanti stalattiti, lunghe e sottili, cave, fragilissime; una, raccolta da U. Micoli, misurava 30 cm. di lunghezza su mezzo centimetro di diametro. La formazione di tali esilissime incrostazioni è resa possibile dalla calma assoluta dell'aria e dalla rapidità con cui si rinnova la goccia dello stillicidio. Le ritrovai pure nella *Grotta Corona*.

Décombaz (*Royans et Vercors*), che ebbe ad osservare stalattiti simili nella grotta di Confin e della Bourlère, le paragonò con similitudine espressiva a fasci di maccheroni. Quelle di Confin raggiungevano un metro o un metro e mezzo di lunghezza su tre o quattro millimetri di diametro. Una raccolta di stalattiti sottilissime ed esili, lunghe 20-30 cm., grosse un centimetro o meno, osservai io pure in un cunicolo della grotta della Fonte Buia presso Prato in Toscana (De Gasperi, *Calvana*), e frammenti di incrostazioni analoghe vidi nel materiale di scavo della grotta d'Equi nelle Alpi Apuane.

Altra forma d'incrostazione caratteristica e già ben studiata, nelle grotte, è quella dei bacini incrostanti a sfioratoio. Sono costituiti da piccole dighe più o meno semicircolari, di stalagmite, concave in dentro, convesse in avanti verso il punto più basso del suolo della stanza o del corridoio. Nei bacini semicircolari limitati da queste dighe si ferma l'acqua che si riversa a sfioratoio lungo la parete esterna della diga.

I bacini a sfioratoio (*gours* di Martel; *Koritza*, ossia piccolo truogolo, dei bulgari « *Mém. Soc. Spéléol.* », 1898, pag. 110; *vagues de la mer* della grotta di Rémouchamps nel Belgio) sono abbastanza frequenti nelle grotte straniere. Martel (*Abimes*) li cita per il Padirac, per la grotta de la Balme (*Grotte de la Balme*, pag. 231-232), di Han e di Rémouchamps (Martel, Rahir et Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pag. 107-484), ma anche altri autori ne parlano (Kraus, *Höhlenkunde*, pag. 81; Noulet, *Ombrière*, ecc.).

In Italia sono noti per la Sardegna nella grotta di Domus Novas (La Marmora, *Viaggio*, vol. I, pag. 38-46) e per quella di Nettuno (Capedero, *Grotta di Nettuno*), per il Vicentino nella grotta di Oliero (Da Schio, *Oliero*), per il Bellunese nella grotta di S. Donà di Lamon (Dal Piaz, *Grotte*, pag. 203).

In Friuli ne trovai un unico esempio nella grotta del *Foràn di Landri* di Prestento. I bacini a sfioratoio sono in serie sul pendio del suolo della saletta, piccoli, di 50-60 cm. di corda, profondi uno o due decimetri, coi bordi arcuati e sottili. Alcune altre sbarre sottili e arcuate sono lungo il percorso di un piccolo cunicolo che si stacca dalla sala. I bacini erano asciutti e portavano al fondo dei ciottoletti incrostati, simili alle concrezioni pisolitiche.

Il La Marmora, il più vecchio degli autori, a mia cognizione almeno, che abbiano trattato di queste forme di incrostazione, le attribuiva all'azione dissolvvente delle acque cadenti dalla volta.

Martel (*Abîmes*, pag. 284-285) ritiene queste forme generate da irregolarità originarie della roccia del pavimento. L'acqua satura di carbonato di calcio tende a depositarlo ogniqualvolta cola in velo sottile, e poichè, quand'è poca, sfiora sulle salienze irregolari del suolo, riveste e rialza man mano l'orlo saliente fino a formare un orlo continuo. Nel suo lavoro più recente, in collaborazione con Rahir e Van den Broeck (*Cavernes et Rivières*, pag. 132), Martel aggiunge che i *gours* sono originati dapprima dall'intermittenza, poi dall'arresto della circolazione delle acque in condotti sotterranei in via di disseccamento. Non credo che questa condizione sia indispensabile, mentre, secondo me, è elemento necessario la poca portata del corso d'acqua che deposita le concrezioni. Aggiungo qui che, nell'inverno 1915-16 osservai lungo un torrente fra S. Floriano e Gorizia, la formazione di bacini a sfioratoio di ghiaccio. Essi erano dovuti appunto alla scarsa quantità d'acqua che colava sulle pendenze a valle delle irregolari scabrosità dell'alveo roccioso.

Martel (*Grotte de la Balme*, pag. 231-232) ricorda pure i *gours réflexes* che si trovano nei tratti di gallerie in contropendenza e ch'egli ritiene formati nel movimento di ritiro delle acque di piena in gallerie che rimangono normalmente asciutte. Trovai di tali bacini, di piccole dimensioni (20-30 centimetri) e di imperfetta formazione nel crostone che rive-

ste il corridoio che precede il primo stagno nella *Ciase de lis Aganis*.

A monte della sala *D*, lungo il secondo ruscello nella *grotta di Villanova*, si trovano dei singolari crostoni sottili, orizzontali, attaccati a cornice lungo le pareti, a più livelli (fig. 111.^a).

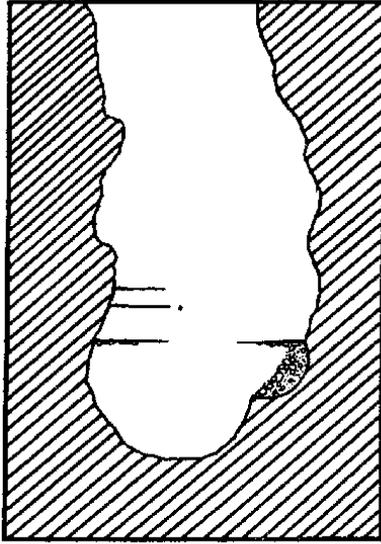


Fig. 111.^a — I crostoni stalagmitici nella grotta di Villanova.

Sono grossi pochi millimetri, o al massimo qualche centimetro; il più basso di essi porta, incrostati sulla faccia inferiore, dei piccoli ciottoli; in certi punti poggia su di uno strato alluvionale. Si tratta di depositi formatisi alla superficie di acque ristagnanti a monte della sala, causa uno sbarramento avvenuto per frana nella sala stessa. I diversi crostoni indicano livelli diversi raggiunti dall'acqua man mano che il ruscello erodeva la briglia. Il crostone più basso si formò sopra alle alluvioni depositesi a monte dello sbarramento, che, alla distruzione dello sbarramento stesso, furono, assieme al crostone, terrazzate e asportate.

Incrostazioni del tutto simili a queste si osservano nella grotta *Ta-pot-celan*.

Nelle grotte friulane non ho trovato alcun caso di tali croste in via di formazione, ma solo i resti di esse ora citati.

Che si formino realmente, come ho detto, alla superficie di acque ristagnanti assolutamente tranquille fu osservato da Salino (*Isolette*) nella grotta di S. Lucia a Toirano e in quella dei Dossi, e da Raymond (*Dragonnière*, pag. 10-14), il quale nella grotta della Dragonnière (Ardèche) trovò delle minutissime particelle di carbonato di calcio galleggianti sull'acqua e formanti una sottilissima pellicola la cui formazione si poteva interrompere perturbando l'acqua.

Per il cambiamento di regime idrografico di una grotta avviene talora che le formazioni calcaree si alternino con i depositi delle acque di torbida. Così in uno dei corridoi della grotta di Villanova, mai percorso da visitatori, osservai sul suolo, numerosissime le stalattiti e stalagmiti staccate e cadute al suolo; la causa di ciò va ricercata nel fatto che esse si sono formate su preesistenti depositi argillosi, instabili, che, per la venuta di nuove infiltrazioni, spappolandosi, hanno determinato la loro caduta.

Raymond (*Dragonnière*, pag. 31) ebbe a constatare a Midroi un fatto identico; ma più caratteristico è il caso osservato a Dargilan (Martel, Rahir et Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pag. 38), ove delle stalagmiti grosse quanto un braccio erano cresciute su di un pendio d'argilla, con radice assai larga ma tanto poco profonda da poterle staccare con la mano.

Nella grotta di S. Marcel d'Ardèche le guide indicano col nome di « eaux perçantes » delle cavità nel limo del suolo delle caverne, le cui pareti sono state incrostate dal carbonato di calcio. Queste piccole tasche calcaree (una di minime dimensioni la raccolsi nella sabbia di un riparo sotto roccia del Natisone) son state descritte dal Raymond (*Dragonnière*, pag. 28).

Nella grotta di Pre-oreak, non lungi dall'ingresso, raccolsi delle stalattiti di consistenza simile a quella della cartapesta. In sezione si presentano formate di strati assai sottili, alternanti, di limo e calcare incrostante. Il limo è deposto dalle acque torbide di piena, gli strati calcarei son quelli che hanno tempo di formarsi tra una piena e l'altra.

Concrezioni eguali, dovute alle stesse cause, furono osservate ad Han sur Lesse nel Belgio. Altrove invece (Raymond, *Dragonnière*, pag. 30) il fenomeno della stratificazione di calcare concrezionato e argilla fu riscontrato nelle stalagmiti (cavolfiori argillo-calcarei).

Nella grotta di *Taipana*, specialmente verso il termine della prima galleria, il Tellini raccolse « sul suolo, certi noccioli di forma irregolarmente ellissoidale, esternamente rugosi ed aventi una certa somiglianza con la rotula dello scheletro umano, i quali non sono altro che concrezioni. Lasciati asciugare per qualche giorno, acquistano una tale leggerezza da galleggiare facilmente sull'acqua finchè non si siano nuovamente imbevuti del liquido. Sono allappanti ed assorbono con avidità l'acqua; si possono rigare coll'unghia, sono soffici, e ricordano per il colore e per i caratteri fisici certe marne tripolacee. Rompendoli si osserva che sono formati di strati concentrici tra i quali rimangono fessure vuote e talvolta vi si può anche togliere il nucleo centrale ».

Il Tellini (*Peregrinazioni*, p. 18) li rinvenne soltanto nella grotta di *Taipana*; ma delle concrezioni del tutto simili furono trovate anche al *Foran di Landri*, e non di rado da questa grotta escono galleggiando sulle acque del ruscello.

È certo che le singolari incrostazioni in parola non sono altro che pisoliti di grosse dimensioni, forme che si trovano frequentemente nelle acque termali calcarifere (S. Filippo in Toscana, Carlsbad in Boemia, Hamman Meskontine in Algeria) ma spesso anche nelle acque semplicemente calcaree e non di rado quindi in quelle delle grotte. Tali perle delle grotte (*höhlen perlen* dei tedeschi, *dragées calcaires* dei francesi) sono segnalate da Boegan (*Guida*) per le grotte delle Torri, di Noè e presso Gropada, nel Carso triestino; in Francia furono trovate a Dargilan, nel Padirac, nel Trou de Poudrey; nel Belgio nella grotta di Han; in Inghilterra nella Caverna Wookey (« Spelunca », 1904, dic., pag. 28); in Carniola nella Falkenhayn-Höhle; e in Serbia Cvijic (« Spelunca », n. 6) le raccolse perfino nelle piccole cavità di fusione del ghiaccio di una ghiacciaia naturale.

Nelle pisoliti di sorgenti termali (Carlsbad e Hamman Meskontine in Algeria) fu trovata una terza forma di carbonato

di calcio, differente dalla calcite e dall'aragonite (« C. R. Acad. des Sciences », 14 febr. 1898).

Depositi di calcare pastoso, noto col nome di latte di monte, furono trovati, nelle grotte friulane, solo nella *Tersiza* sul Matajur. Lo si raccoglie là, nel corridoio più ampio, a una cinquantina di metri dall'esterno, sotto forma di patina molle ricoprente le pareti. La consistenza del deposito è variabile, da quella simile alla panna del latte, ad una crosta più indurita, che però una rinnovata abbondanza di stillicidio basterebbe a rammollire. In generale, anche dove il latte di monte è pastoso, la pasta non ha più di uno o due centimetri di spessore, e sotto si solidifica in granuli come latte che venga accagliato. Non in tutto il deposito il latte di monte della *Tersiza* è puro, ma anzi più spesso, per impurità (limo argilloso, residuo della decalcificazione), è grigiastro.

Il latte di monte o *lac lunae* o *mondmilch* o *montmilch* o *bergmilch* è ricordato nella letteratura scientifica ancora nel 1555 a proposito del Mondmilchloch sul M. Pilato in Svizzera, la grotta classica per questa forma di deposito calcareo (Schär, *Pilatus*). Esso non venne segnalato in molte grotte; in Italia lo osservai in quella del Bove in Abruzzo (De Gasperi, *Cavallone*); lo si cita per la grotta di Bismark (Neischl, *Fränkischen Schweiz*), per quella di Fonderbic (Lot, Francia) e per la voragine di Saint-Césaire nelle Alpi Marittime (Martel, *Spéléologie*), per la « Grotte aux fées » presso Val-lorbe (Schnetzler, *Ausgaben*, pag. 517) e per alcune caverne della Moravia (Kriz, *Mähren*).

Secondo Kriz il latte di monte si produce sempre sulle pareti e per la sua formazione sono necessarie tre condizioni: eccesso di acqua, eccesso di calcite, rapidità di evaporazione. L'evaporazione assai attiva impedisce la cristallizzazione; la formazione del deposito avviene rapidamente.

Schnetzler, esaminando al microscopio il *bergmilch* della Grotte aux fées, vi riscontrò una mescolanza di cristalli di aragonite e calcite polverulenta, e qualche po' di sostanza organica.

Chiuderò questa breve rassegna dei casi più notevoli dei depositi di incrostazione delle grotte friulane, citando le con-

crezioni di gesso della *grotta di Villanova*. Si tratta di piccoli, ma bei cristalli, fibrosi, aderenti alle pareti in gruppi ravvicinati alla base e aperti e rovesciati verso l'esterno come le linguette di un fiore di crisantemo. Si trovano nei canali abbandonati verso il quinto ruscello. Credo che la loro presenza si possa connettere con l'esistenza di nuclei di pirite nella brecciola calcarea nella quale è scavata la grotta.

Cristalli di gesso giganteschi e bellissimi furono descritti e illustrati della grotta di Maica nel Messico (Dégoutin, *Maica*); gruppi di cristalli di gesso furono pure trovati in una galleria dell'Höll-Loch in Svizzera e nella Kraus-grotte, in Stiria.

Martel (« XX Siècle », II, pag. 373) suppone che in questi casi le acque filtranti abbiano attraversato qualche banco di gesso, ricristallizzato per evaporazione, o che si tratti di pseudomorfosi.

26. *Classificazione delle grotte e voragini del Friuli*. — Nella terminologia speleologica esaminata nella prima parte (§ 3) spiegai il valore dei termini *grotta*, *voragine* adottati nel mio studio e dissi delle ragioni che mi inducevano ad adoperarli. Distinguo ora, entro i tipi fondamentali là citati, alcuni aggruppamenti che mi sembrano risultare dallo studio delle grotte e voragini friulane. E poichè, come si è visto nella parte descrittiva, i caratteri morfologici non sono i più adatti a stabilire una classificazione pratica, dato che fra i due tipi estremi di *grotta*, orizzontale, e *voragine*, verticale, esiste una infinità di tipi intermedi con tutte le possibili forme di passaggio, ho creduto che la migliore classificazione si potesse fare in base al regime idrografico cui le grotte sono soggette. Con questo criterio ho altra volta (De Gasperi, *Grotte e voragini*) presentato uno schema di classificazione che ritengo opportuno conservare.

1.° GRUPPO. CAVITÀ DI SBocco. Sono esclusivamente grotte, dalle quali esce, perenne o no, un corso d'acqua.

E. A. Martel (*Grotte de la Balme*, pagg. 226-227) divide le grotte di sbocco d'un corso d'acqua perenne (*cavernes-sources*) in tre categorie: 1.° quelle largamente aperte e praticabili per tratto più o meno grande; 2.° quelle che lasciano sfuggire l'acqua da un

foro angusto o da un sifone, e che permettono a malapena all'uomo di penetrarvi o per lo sbocco stesso o per uno sbocco d'eccedenza inattivo; in questo caso esse si allargano di solito a monte del sifone o della stretta galleria di sbocco in una sala che funziona da serbatoio nelle piene; 3.° quelle completamente chiuse dall'acqua che forma sifone.

A) *Le grotte di sbocco di un corso d'acqua perenne* rappresentano l'ultimo tratto di galleria percorso da un ruscello sotterraneo. Di questo si rimonta il corso per un tratto più o meno lungo; ordinariamente un sifone arresta l'esplorazione. Sono di questo tipo la grotticella *Pod-Jamo*, il *Foràn di Landri*, il *Foràn des Aganis* e per lo meno taluni *fontanòn* (vedi Tav. IV).

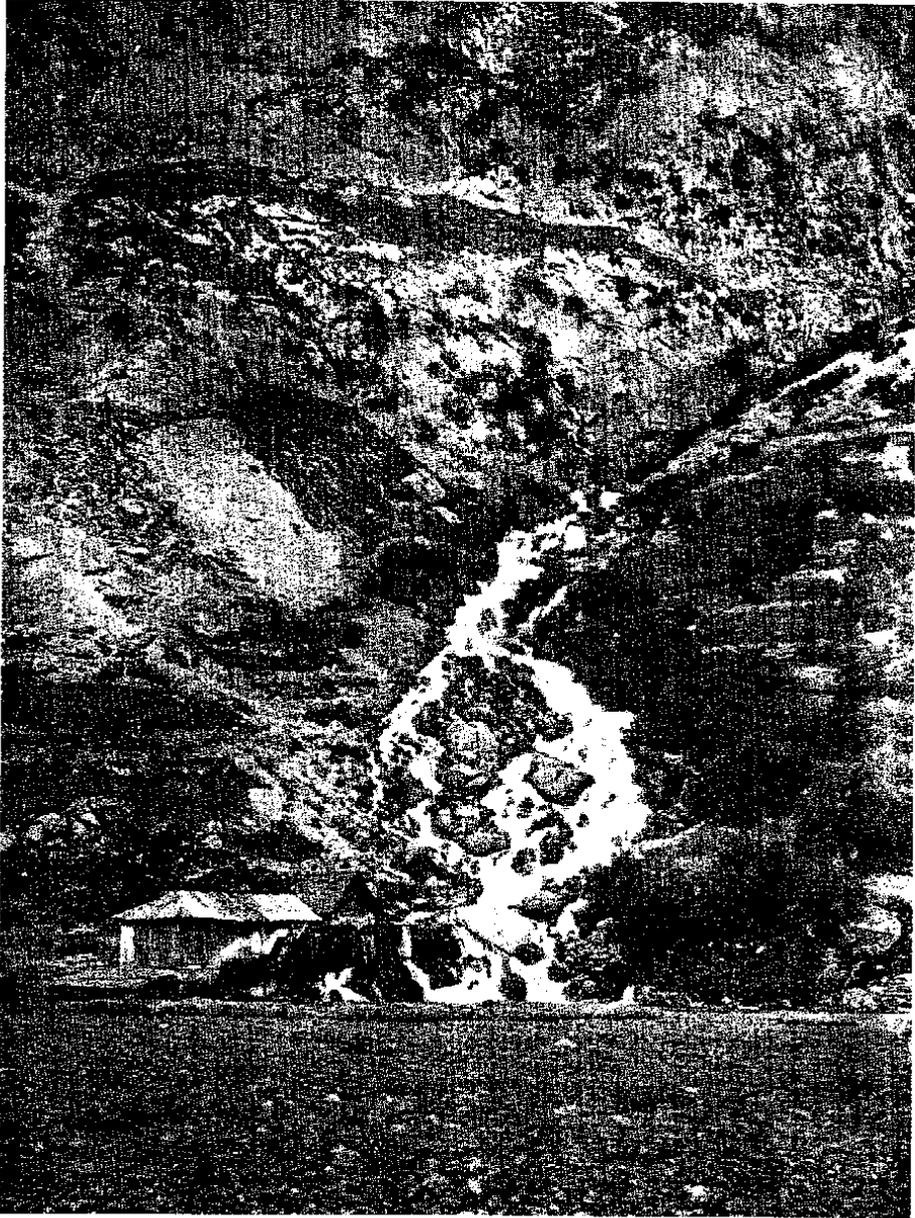
Sono sbocchi completamente chiusi dall'acqua saliente quelli del Gorgazzo e della Santissima (Livenza), quello del Meschio (*il Brent del Meschio*) e, fuori della zona da me considerata, quello classico del Timavo presso S. Giovanni di Duino. Questi esempi corrispondono al tipo dei *puits vaclusiens* del M a z a u r i c (« Mém. Soc. Spél. », 1899, pag. 62).

M a r t e l (*Abimes*, pag. 25) ricorda un caso caratteristico (*Salles la Source*) di sbocco di un corso d'acqua sotterraneo che, con i suoi sbocchi attigui ed i *trop-pleins* forma un vero *delta*. Qualcosa di simile troviamo molto probabilmente nelle tre sorgenti della Livenza.

B) *Le grotte di sbocco di un corso d'acqua non perenne* si dividono in due categorie:

a) *Grotte con sorgente d'eccedenza (trop-plein)* sono antichi sbocchi di corsi d'acqua perenni, attualmente abbandonati per il fenomeno dell'abbassamento delle acque. Nelle parti interne, — quando altre cause (frane, incrostazioni, ecc.) non le rendono inaccessibili all'uomo, — si può verificare la presenza del corso d'acqua. Per vie impraticabili all'uomo l'acqua giunge all'aperto, sgorgando da una sorgente ad un livello più basso della bocca della grotta.

In periodi di piena il nuovo sbocco non è sufficiente a smaltire le acque, e allora quelle eccedenti riprendono l'antica via nella grotta. Sono esempi di questa categoria la *Ciastita Jama* presso Clenia e la grotta di *S. Zuàn di Landri*. Queste rappresentano il tipo comune delle sorgenti d'eccedenza (*ecce-*



Fontanòn di Timau (ALPI GARNICHE).

denza per rigurgito). Da esse vorrei distinguere le sorgenti di eccedenza per sfioramento, di cui abbiamo un esempio nella *Foranate* di Montenars. In queste non è tanto l'ingorgo dell'acqua sovrabbondante che mette in attività la sorgente temporanea, quanto il crescere del pelo dell'acqua sino a superare (sfiorare) il piano della vecchia via di sbocco.

b) *Grotte a torrente o piovisoni* (De Gasperi, *Tipo caratteristico*) dalle quali, qualche ora dopo il cadere di abbondanti piogge, esce un corso d'acqua di carattere torrentizio. Differiscono per questo dalle sorgenti d'eccedenza, — che hanno una certa durata e risentono in ritardo dell'effetto delle precipitazioni; — ne differiscono pure per la mancanza di sorgente perenne più bassa e di ruscello all'interno; la galleria termina invece quasi sempre con un sifone d'acqua stagnante. Il torrente si raccoglie nella regione sovrastante alla grotta, e giunge a questa attraverso una galleria continua (*Viganti-Preoreak*) o per lo meno attraverso fessure assai ampie. Ciò è provato dall'impetuosità del torrente, dal fatto che esso trasporta materiali fluitati (tronchi d'albero, foglie secche, ecc.) e dalla torbidezza delle acque.

Esempi caratteristici delle grotte a torrente sono la *Buse da l'Ors*, la grotta *Pre-oreak* e la grotta di *Vedronza*.

Queste sorgenti temporanee, che sgorgano solo dopo le piene, son conosciute nella vallata di Revine (Prealpi Bellunesi), col nome di *piovisoni*, e questo nome proporrei (De Gasperi, *Termini dialettali Bellunesi*) d'introdurre per indicare il tipo di grotta a torrente.

Le grotte a torrente corrispondono perfettamente ai puits vauclusiens météoriques del *Mazauric* (« *Mém. Soc. Spél.* », 1899, pag. 62).

2.º GRUPPO. CAVITÀ ASSORBENTI. Le cavità assorbenti attive sono assai rare nelle montagne friulane, ove l'assorbimento delle acque avviene di preferenza per mezzo di doline, solchi carsici (*karren*), inghiottitoi o fessure impraticabili. Mancano del tutto le cavità che assorbano corsi d'acqua perenni; fra le altre distinguiamo le *grotte assorbenti* delle quali è bellissimo esempio la *grotta di Viganti*, e le *voragini assorbenti* rappresentate dalla voragine *Ta-na-gabricie* in quel di Vernasso.

La *grotta di Robic*, che ha tutto l'aspetto di una grotta assorbente, si apre presso il fiume, a qualche metro sopra il letto, e si dirige nell'interno della montagna sotto il livello della valle. La grotta ora è inattiva, ma nel periodo della sua attività, quando le valli erano meno scavate, il fenomeno dell'infossamento della grotta doveva essere più marcato.

Questo caso, di grotte scendenti sotto il piano delle valli, e talora anche sotto il livello del mare (voragini di Argostoli) tali che non si può conoscere la sorgente da cui possono aver sbocco le acque, è ancora dei più interessanti, nè fu sin qui chiaramente spiegato.

3.^o GRUPPO. GROTTA PERCORSE DALL'ACQUA NELL'INTERNO. Non hanno caratteri tali da poter venire aggruppate con le precedenti, e non possono mettersi fra le grotte inattive per il fatto che internamente sono percorse dall'acqua. Si tratta in certi casi di cavità originate dall'allargamento di fessure originarie, specie di *grotte interne*, la cui comunicazione con l'esterno è avvenuto per causa estranea a quella che originò la grotta; tali la *Ta-pot-korito* e la *grotta di Villanova*. In altri casi (*grotta Ciastita* presso Clenia) sono grotte che furono dapprima sbocchi di corsi d'acqua perenni, poi divennero sorgenti d'eccedenza e infine perdettero anche l'attività temporanea.

La *grotta di Villanova*, prima che se ne completasse l'esplorazione, era creduta una grotta assorbente inattiva (Marinelli, *Dintorni di Tarcento*). Conoscendola ora completamente credo più opportuno classificarla in questo tipo. Le gallerie furono rese accessibili dall'approfondirsi della val *Ta-pot-cletia* che mise a scoperto gli attuali ingressi.

4.^o GRUPPO. CAVITÀ INATTIVE. Non sono attualmente mai percorse dall'acqua. Le varietà di questo tipo sono assai numerose; ne distingueremo le più importanti.

a) *Grotte inattive*; con sviluppo notevole, che furono in altri tempi percorse da qualche corrente importante. Ne abbiamo come esempi:

La *Ta-pot-celan Jama*, la *Velika Jama*, la *Grotta di S. Ilario*, ecc.

b) *Grotticelle di stillicidio*; non furono mai percorse da vere correnti, ma solo da stillicidi. Non hanno mai grande sviluppo. Gli esempi sono numerosissimi: la *Spilugne di Landri*, la *Jama* di Montediprato, la *grotta di Crosis*, ecc.

c) *Voragini a bottiglia*; di limitate dimensioni, numerosissime nei terreni eocenici. Appartengono a questo gruppo quasi tutte le piccole voragini elencate: *Cerconizza-Rupa*, *Za-krasije*, *Voragini della Reg. Osola*, ecc.

Al paragrafo 16 accennai alle cause che concorrono nel determinare la forma a bottiglia delle voragini dei nostri colli eocenici. Anche altrove questo tipo di cavità è frequente; per citare soltanto esempi italiani ricorderò la *Spiuga di Ca' dell' Ora* presso Moruri, nel Veronese, profonda 45 metri (Nicolis, *Circolazione interna*, pag. 207), e la *Spelonca delle Capanne* nei calcari marnosi eocenici dei monti della Calvana.

d) *Voragini con neve*; non sono numerose; si tratta di piccoli pozzi o fessure naturali, verticali, che conservano la neve anche durante l'estate. Es. la *Glazzere del Ciampòn*, la *Taparjama* presso Cas. Tasaoron, le *voragini del Canin*.

e) *Voragini del Cansiglio*; enormi cavità carsiche perfettamente verticali, gli esempi più tipici di *voragine* che si possano citare, le più caratteristiche cavità assorbenti degli altipiani carsici.

27. *Ciclo di sviluppo delle grotte. La loro età relativa.* — Il ciclo di sviluppo delle cavità carsiche, come quello che ha intima connessione con il regime idrologico, corrisponde ai vari stati della corrente d'acqua che le percorre. Perciò, analogamente a quanto avviene per le valli subaere, le grotte sono in stato di *gioventù* quando il corso d'acqua va ancora erodendo il fondo di esse ed allarga vieppiù le fessure ed i canali già iniziati (*Fornât di Meduno*); di *maturità* quando si è fissato uno stato di equilibrio nell'azione dell'acqua corrente (*Grotta Velenizza*, *Foràn des Aganis*); di *vecchiaia* quando l'azione erosiva dell'acqua è molto diminuita ed i fenomeni di riempimento cominciano a prevalere su di essa (*Foràn di Landri*); *decrepitezza* quando l'azione dei fattori di riempimento è molto sviluppata mentre quella dei fattori di scavo

è quasi nulla (*Grotta Corona*); di *morte* allorchè, scomparsa ogni corrente, le cavità vanno man mano riempiendosi, come è esempio nella *Velika Jama*.

Non mancano i casi di *ringiovanimento*, dei quali abbiamo esempio tipico in vari corridoi della grotta di *Villanova*. Osservandoli infatti in sezione (fig. 102.^a) possiamo verificare come la loro parte più alta rappresenti un periodo di maggior portata del canale, corrispondente forse ad un periodo di maggior piovosità, che, se l'ipotesi non fosse azzardata, vorrei connettere con l'epoca glaciale. Il fondo di questo canale più ampio, del quale rimangono come resti due terrazzi ben conservati, è ricoperto di un'alluvione grossolana sottostante a limo che indica un periodo di vecchiaia (materiale di riempimento). Vi è infine il solco profondo, che intacca non solo le alluvioni, ma anche, e per ben 9-10 metri,

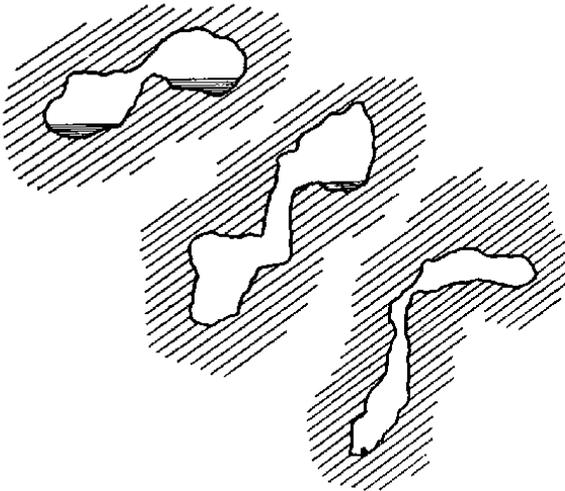


Fig. 112.^a—Sezioni trasversali della grotta di Vedronza. Si osservano i due canali a diverso livello, intercomunicanti.

la roccia del fondo, il quale segna il periodo di ringiovanimento del corridoio.

In molte delle nostre grotte poi si può seguire il fenomeno dell'abbassamento graduale delle acque sotterranee, intervenga o no il fattore del ringiovanimento. Infatti nella grotta di *Vedronza* osserviamo il caso di due canali sovrapposti (fig. 112.^a), qua e là intercomunicanti, il

superiore percorso dall'acqua in epoca di piena; nel *Foran di Landri* troviamo due sbocchi, uno inattivo, superiore, l'altro perenne inferiore; nella *Ciastita Jama* uno inattivo più alto ed uno di eccedenza più basso; e così gli esempi

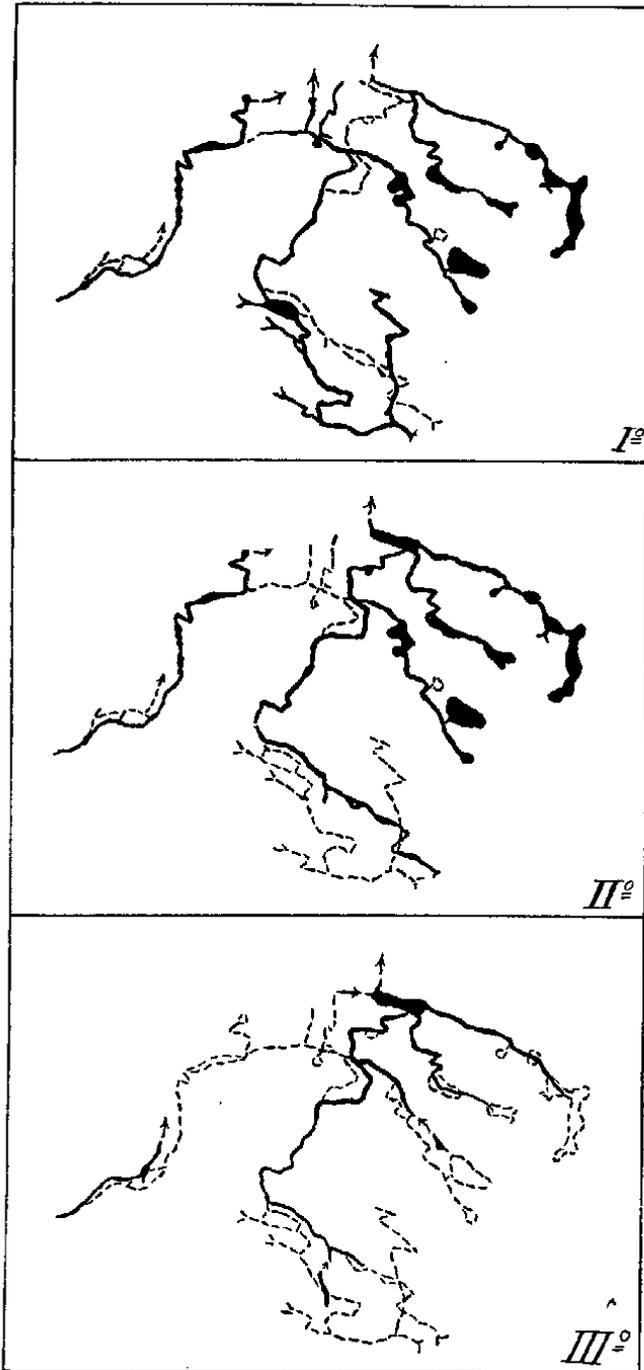


Fig. 113.^a — Le tre fasi di attività idrografica della grotta di Villanova.

si potrebbero moltiplicare. Ma il caso più importante e realmente tipico è dato sempre dalla grotta di *Villanova*, ove possiamo trovare le tracce di tre fasi ben distinte di attività (fig. 113.^a), la prima delle quali corrispondente al periodo già citato, di maggior portata dei ruscelli; la seconda ad un periodo che si può chiamare di ringiovanimento perchè i ruscelli, con portata più piccola, hanno ringiovanito gran parte delle gallerie; la terza, l'attuale, di vecchiaia, perchè i corsi d'acqua, di scarsissima portata e di altrettanto scarsa attività, utilizzano alcuni dei precedenti alvei, mentre in gran parte della grotta frane e incrostazioni provvedono al suo riempimento.

IV. — **Le acque nelle grotte.**

28. *Circolazione delle acque nei terreni calcarei.* — Le acque che si trovano in maggiore o minor quantità nell'interno delle cavità carsiche, vi penetrano profittando di tutte le soluzioni di continuità della massa rocciosa soprastante alle grotte; e poichè tali soluzioni di continuità variano in dimensioni dalle grandi aperture delle grotte assorbenti e delle voragini fino alle fessure capillari delle rocce, l'acqua arriva con continuità variabile e con portata più variabile ancora. Chiamando, col *M a r t e l* (*Spéleologie*, pag. 23), acque d'*infiltrazione* tutte quelle che s'infossano nel terreno, potremo distinguere fra esse le acque di *assorbimento* che in grandi masse si immettono attraverso larghe fessure e le acque di *trapelamento* (*suintement*) che penetrano attraverso le più minute leptoclasti (§ 14). Le acque di *assorbimento* giungono nelle grotte sotto forma di correnti o grossi stillicidî, quelle di *trapelamento* quasi non si avvertono, bagnano le pareti e la volta e si adunano in minuti stillicidî. Nei terreni calcarei nei quali sono scavate le grotte, le seconde costituiscono l'eccezione, le prime invece la regola.

Ammesso quindi di distinguere, con gli autori francesi, le uscite a giorno delle acque del sottosuolo, in *sorgenti* e *risorgenti*, — a seconda che le acque si sono radunate sotterra per

fessure minutissime, subendo quindi una naturale filtrazione, oppure vi sono già arrivate in masse considerevoli, — potremo anche affermare che nei terreni calcarei la vera *sorgente* è l'eccezione, mentre la *risorgente* è il fenomeno normale (Martel, Rahir et Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, p. 404).

Le risorgenti delle grotte quando sono *perenni* si possono distinguere in *salienti* o *ascendenti* (*siphonnantes* o *vaucusiennes*) delle quali abbiamo esempio tipico nel *Gorgazzo*, nel *Fontanon dal Toff*, ecc.; ed in *cadenti* come quella del *Fornàt di Meduno*, del *Foràn des Aganis*.

Le risorgenti *temporanee* possono essere *periodiche* quando seguono un ritmo regolare di intermittenze (forse è di questo tipo la Fontane dal Raolèt, non ancora studiata: De Gasperi, *Valle di Prestento*), e *irregolari* quali in genere le sorgenti a torrente (*Pre-oreak*, *Vedronza*, ecc.).

29. *Le acque stagnanti. I sifoni.* — Le depressioni nel suolo delle grotte sono spesso riempite da acqua stagnante, che deriva in qualche caso da stillicidî più o meno abbondanti, oppure che resta quale residuo dopo le piene. Le pozze d'acqua hanno per lo più carattere di perennità; possono prosciugarsi o perchè il suolo è fessurato, o per evaporazione. Il primo caso non si verifica tanto facilmente, perchè la roccia, in profondità, si presenta assai più impermeabile che non si creda a priori. L'evaporazione ha effetto lentissimo e, se mai, viene facilitata un po' dai movimenti d'aria.

È credenza diffusa in tutti i distretti carsici, e specialmente in quelli ove vengono alla luce grosse sorgenti di tipo carsico, che nell'interno degli altopiani calcarei vi siano addirittura dei laghi sotterranei. E l'opinione è stata talvolta condivisa dagli autori (De Schio, *Oliero*; Raymond, *Ardèche*). Però le moltissime esplorazioni sotterranee effettuate nell'ultimo trentennio dimostrano come il caso di immensi serbatoi idrici interni sia molto più raro. Nel Belgio se ne verificò uno nello scavo della galleria da Beauring a Poudrome, ove si incontrò un deposito d'acqua la cui uscita abbondante durò tre mesi, per poi cessare del tutto.

Qui dovrebbe trovar posto un accenno alla teoria delle acque profonde negli altopiani calcarei; ma debbo confessare

che lo studio delle cavità carsiche friulane non mi permette ancora di portare sicuri argomenti nè in favore del *Grund* (*Grundwasser*) che ritiene esista un vero e proprio livello sotto il quale le rocce degli altopiani carsici sono del tutto imbevute d'acqua, nè del *Martel*, il quale sostiene che le acque sotterranee sono sempre sotto forma di correnti, similmente alle acque superficiali. Infatti, se nelle grotte trovai quasi sempre acque correnti, v'è l'altopiano del Bernadia che presenta in giro in giro, alla base, sorgenti o grotte terminanti in sifone, disposte in modo da far supporre che abbiano origine da un livello d'acque leggermente inclinato da nord a sud, dal monte verso la pianura. Vediamo infatti lungo la valle longitudinale del Cornappo, da monte a valle :

a) il sifone della Buse da l' Ors	m.	319
b) » della Pre-oreak	»	293
c) la sorgente della Fontanate	»	252
d) » di Torlano	»	245

e lungo quella del Torre :

a) il sifone della grotta di Vedronza	m.	302
b) la sorgente di Crosis	»	280

e sull'altopiano invece grotte assorbenti, con acque correnti, e voragini.

Un caso speciale di acque stagnanti è quello dei *sifoni* (1), cioè tratti di galleria, in forma di tubo curvo, con la convessità in basso, nei quali l'acqua, ristagnando, toccando la volta e talora riempiendo in parte i due rami ascendenti, forma chiusura idraulica. I sifoni sono fenomeno assai frequente nelle grotte. Di solito se ne conosce un ramo solo, quello verso l'ingresso, e solo di rado, girando l'ostacolo, si può giungere dall'altro lato. Quando i sifoni si trovano sul cammino di un corso d'acqua perenne (*Foran di Landri*) costituiscono un ostacolo insuperabile; quando invece son formati da acqua stagnante dopo una piena in un punto depresso di una gal-

(1) *MARTEL* (*Spéléologie*, pag. 61) propone per questi sifoni rovesciati o sifoni d'acquedotto il nome di *ipochete*; quasi sempre però, per indicare la chiusura idraulica delle grotte, parla di *voûte mouillante* (volta sommersa).

leria possono esser temporanei (*Grotta di Vedronza*); talora però, quantunque stagnanti, per la lunghezza dei due bracci ascendenti e per esser questi a tenuta, mantengono un livello quasi costante (*Buse da l'Ors*). Bellissimo esempio di sifone è quello terminale della grotta *Pre-oreak*: una specie di tubo a sezione subcircolare, di un paio di metri di diametro, molto inclinato; le pareti sono di roccia levigata, il suolo ricoperto di ghiaie rotolate. Lo specchio d'acqua oscilla entro i limiti di un paio di metri.

L'ufficio dei sifoni nelle grotte è in parte quello di ritardare gli effetti delle piene improvvise. La massa d'acqua che esce da quello della *Pre-oreak* sbatte con violenza sulla volta della saletta che sta subito dopo il suo sbocco, e gira vorticosamente lungo le pareti della seconda sala prima di dirigersi all'uscita. Le tracce di tale corrente sono manifeste nel limo che riempie la sala stessa.

I sifoni hanno livello variabile e talora possono anche esser temporanei. In quello della *Pre-oreak* fu osservata un'oscillazione abbastanza forte nel livello dell'acqua. Piacentini (*Pre-oreach*) osservò una discesa di 30 cm. a tre giorni di distanza, fra il 16 e il 19 febbraio 1913. Il 10 novembre dell'anno precedente il livello era due metri più alto.

Nella grotta di *Vedronza*, un sifone che trovai del tutto chiuso nel luglio 1908 si presentò disostruito completamente in altre visite (27 agosto 1911). Così avvenne nella grotta del *Foran des Aganis*, terminante normalmente in un sifone perenne (alimentato da un corso d'acqua), ove, in tempo di magra, fu possibile passare a fior d'acqua sotto la volta di poco emersa e raggiungere una cavità più interna.

Un caso identico a questo si verificò nella Grotta di Han sur Lesse, nel Belgio. Anche altrove entrando nell'acqua ed abbassando la testa fino al livello di essa è possibile passar sotto una volta quasi sommersa (*Ciase de lis Aganis, Vedronza*); nella Caverna di Saint Lambert, nelle Alpi Marittime, riuscì ad A. Janet di oltrepassare un sifone a nuoto, immergendosi sott'acqua.

Quando il braccio discendente è assai inclinato è quasi inutile ogni tentativo per superare l'ostacolo; a Vaucluse, nel 1878, riuscirono vani gli sforzi quantunque si avesse a disposizione un palombaro (Martel, Rahir et Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pag. 325).

Un esempio verificato della stabilità di certi sifoni ed una prova di quanto siano inutili le esperienze sulle correnti sotterranee a mezzo di galleggianti sono dati dal fatto che un tubo di vetro gettato nel 1887 a monte di un sifone nella grotta del Calel (Tarn), fu trovato ancora galleggiante a monte del sifone stesso tredici anni dopo (Viré et Maheu, *Récherches*, pag. 16).

Non di rado a monte dei sifoni l'acqua di piena che si trova a dover passare per un'apertura angusta genera rigurgito. Così deve avvenire nella sala finale della grotta di Villanova, ove il limo delle acque di piena rivestè il suolo della sala e tutti i grossi massi che lo ricoprono, nonchè fino a una certa distanza dalla sala, le parti non percorse dai ruscelli in magra dei corridoi che vi affluiscono. Sembra perciò che l'acqua, fermata, rigurgiti per un tratto nelle gallerie affluenti. Il 13 aprile 1911 trovai il limo ricoprente i massi, ancora bagnato come per una piena recente; mentre il 9 settembre dello stesso anno il limo era più asciutto e screpolato come avviene per i terreni argillosi esposti al sole.

La « Caverna lugubre », ampia cavità a 304 metri dal suolo, nella Kačna-Jama in Istria, è sprovvista di stalattiti e rivestita di limo perchè invasa spesso dalle acque (Marinitsch, *Kačna Jama*). Essa presenta a questo riguardo analogie colla sala finale di Villanova. Curiosa, la coincidenza del nome dato dal Marinitsch a quella tetra caverna con quello che adoperammo noi, *sala della malinconia*, per quella di Villanova.

Anche nella famosa grotta di Rochefort (Belgio), in condizioni simili avviene un fenomeno analogo, perchè « in epoca di piena, le acque s'accumulano nella parte bassa della grotta e vi s'innalzano per parecchi metri, trattenute evidentemente da restringimenti, ostruzioni o condotti forzati che ne ritardano il deflusso ».

Lo stesso si ripete nella galleria degli Avventurieri della grotta di Han sur Lesse (Belgio) ove «... dei lunghi intervalli possono talora separare due piene successive, poichè vi sono dei piani di limo con fenditure, come l'argilla superficiale al sole » (Martel, Ra-
hir et Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pag. 35, 60, 102).

Questo rigurgito delle acque a monte delle chiusure a sifone è una prova della funzione regolatrice delle volte sommerse nel deflusso delle correnti.

Da alcuni competenti è ritenuto che, avendo perfetta conoscenza del regime di un sifone, sia possibile ridurlo artificialmente, con chiusure comandabili dall'esterno, in modo da farlo servire da regolatore a scopi agricoli o industriali.

Nella grotta di Karlowa (Carniola), uno degli emissari del lago di Zirknitz, il Putick osservò due sifoni sovrapposti, quello superiore funzionante da sbocco di eccedenza e asciutto nelle magre. Si progettò di stabilirvi una valvola, manovrabile dall'esterno, per regolare le oscillazioni del lago.

Una modificazione pratica di un sifone fu eseguita nel 1887 nella grotta di Vrsnica in Carniola, che ebbe per risultato di far cessare le periodiche inondazioni della valle chiusa della Raena (Martel, Rahr et Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pagine 324-326).

30. *Le sorgenti di eccedenza del Barman.* — Parlando del Fontanon di Barman (pag. 44) accennai alla presenza di

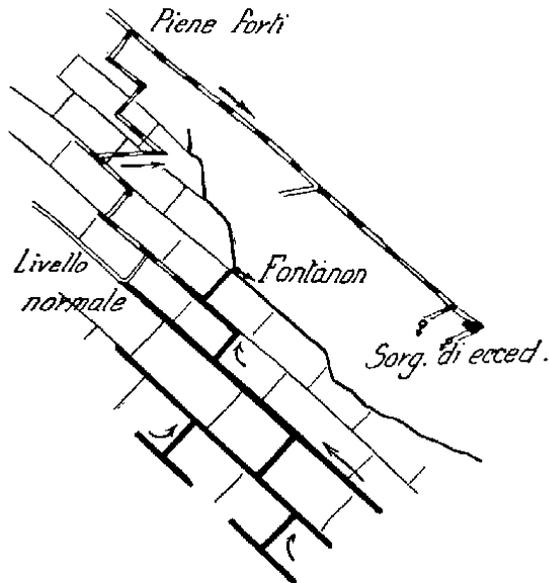


Fig. 114.^a — Schizzo schematico del funzionamento delle sorgenti di eccedenza del Barman.

A tratto pieno sono segnati i canali con acqua perenne; a tratto interrotto quelli percorsi dall'acqua in tempo di piena.

sorgenti di eccedenza ad un livello più basso dello sbocco del Fontanon (fig. 114.^a). Il caso è abbastanza interessante e

merita una spiegazione. La sorgente del Fontanon è del tipo delle sorgenti ascendenti e sgorga nel fondo di una specie di gola scavata normalmente agli strati dolomitici i quali pendono di circa 40 gradi verso valle. L'acqua è costretta a rimontare seguendo la superficie inferiore di uno degli strati finchè, trovata una fessura che lo attraversa, esce al Fontanon. In tempo di piena la fessura non è sufficiente allo sfogo delle acque; queste allora rimontano ancora sotto lo stesso strato, sino a trovare un'altra via di uscita attraverso ad esso. Questa non è più sul fondo della stretta valle (allora si avrebbe un trop-plein dei soliti), ma lateralmente. Seguendo allora nuove diaclasi e nuove giunte l'acqua può ricadere ad un livello più basso del Fontanon e sgorgare dalle pareti della gola.

Se tale funzionamento fosse realmente vero, si potrebbe supporre che anche la grotta di Barman fosse un antico sbocco del Fontanon; essa però è molto più bassa (un centinaio di metri), e, se per le piccole sorgenti vicine alla principale credo di poter ammettere la suesposta ipotesi, non mi azzarderei a farlo per la grotta.

Non sembri strano il fatto di un corso sotterraneo che si trovi come sospeso rispetto ad altri in causa di qualche strato che forma barriera; nella caverna Eastwater, in Inghilterra, si osserva il fenomeno di due canali sovrapposti e indipendenti di cui il più basso è asciutto, il più alto percorso da un torrente (Balch, *Mendip Hills*, pag. 14).

V. — Meteorologia sotterranea.

31. *Le variazioni di pressione.* — Sempre, nelle mie esplorazioni, ebbi con me un barometro aneroidale del quale mi valse per misurare le pressioni che, corrette poi con le temperature, con la formula

$$h = 16000 \left(1 + \frac{t + t_0}{500} \right) \left(\frac{h - h_1}{h + h_1} \right)$$

mi davano le altezze dei vari punti d'osservazione. Per quanto molte volte i dati siano stati attendibili, pure, in moltissimi

altri casi ne ebbero risultati inverosimili, onde devo confermare quanto già osservarono Marinelli (*Dintorni di Tarcento*) e Martel Rahir e Van den Broeck (*Cavernes et Rivières*, I, p. 100), cioè « che il barometro olosterico ha, per cause non ancora studiate, capricci e fantasie tali, che bisogna, fino a nuovo ordine, quasi rinunciare a voler da questo strumento indicazioni precise ».

Finora le variazioni di pressione nelle caverne, in relazione con l'esterno, furono poco studiate.

Solamente A. Schmidl (*Adelsberg*, 14-15 settembre 1852) fece una serie di osservazioni orarie nella grotta di Adelsberg, mentre all'esterno si facevano le letture contemporaneamente. Ne risultò che la pressione è più forte con variazioni più ampie nella caverna.

32. *La temperatura dell'aria nelle caverne.* — La temperatura dell'aria nelle grotte non è mai costante, nè segue le leggi del gradiente geotermico; concorrono a farla variare molteplici fattori che sono in ordine di importanza: 1.° presenza di corsi d'acqua; 2.° correnti d'aria dovute a fenomeni esterni; 3.° movimenti d'aria fra le varie parti della caverna; 4.° evaporazione dell'acqua; 5.° fenomeni speciali.

I corsi d'acqua che provengono dall'esterno portano una notevole alterazione nella temperatura dell'aria, in relazione diretta collo squilibrio termico che esiste fra la massa dell'acqua e la temperatura dell'ambiente ove viene a passare. L'azione di riscaldamento o raffreddamento dipende perciò dalla temperatura dell'acqua, dalla sua massa, dalla superficie libera che presenta, dalla differenza fra le due temperature, dalla velocità con la quale varia la massa d'acqua che vien dall'esterno. Variazioni analoghe, ma di minor momento, per la relativa costanza delle temperature, portano i corsi d'acqua che vengono ad un punto della grotta dopo lungo percorso sotterraneo.

Nella grotta dell'Adugeoir dell'Eau-Noire, nel Belgio, la temperatura dell'aria interna, a oltre un centinaio di metri dalla bocca, subisce uno sbalzo di una decina di gradi fra l'inverno e l'estate, per effetto del fiume proveniente dall'esterno (Martel, Rahir et Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pag. 327).

A proposito dei movimenti dell'aria vedremo come agisca il secondo fattore modificatore della temperatura; perchè se spesso lo squilibrio termico è causa del prodursi di correnti d'aria, nei casi in cui queste esistono, senza che quello ne sia la causa, sono esse correnti che contribuiscono a mutar le temperature nell'interno.

Il riscaldamento o una bassa pressione effettuati per una causa qualsiasi in una parte di una grotta, esercitando un richiamo sull'aria di altre parti, ne determinano un movimento che altera l'andamento regolare della temperatura. L'evaporazione dell'acqua, sia di ruscelli o fiumi, sia di stagni, sia di stillicidi, è un coefficiente di raffreddamento.

Fra i fenomeni speciali vanno ricordati le sorgenti termali, o altri fenomeni di carattere vulcanico che però, nelle grotte da me studiate, in nessun caso si presentarono.

Se la temperatura delle grotte non fosse soggetta a tante cause di alterazione, è opinione comune che, — a sufficiente distanza dall'esterno per non risentirsi degli sbalzi di temperatura esterna, — essa deve rappresentare all'incirca la media annua del luogo. Ciò infatti si verifica con sufficiente approssimazione nelle grotte friulane: mentre quelle sotto ai 300 metri sul mare hanno temperature interne da 10 a 12 gradi, nella grotta *Corona* (600 m.) si trovarono 8°,3; nella *Tersiza* (1430 m.) 6°,8, ecc.

33. *La distribuzione della temperatura nella grotta di Villanova.* — Nella *Tasajama*, ebbi modo di eseguire una discreta serie di misure altimetriche e termometriche, che mi permisero di costruire le annesse cartine, il cui confronto non può a meno di riuscire interessante.

Per la costruzione della carta altimetrica (fig. 63.^a) segnai il massimo numero di punti quotati lungo il percorso della grotta, e collegai poi con linee continue i punti d'uguale altezza dei diversi corridoi, formando una serie di isoipse, unicamente dimostrative, perchè il loro andamento nel terreno non attraversato da canali non ha nessun significato, che però danno una idea abbastanza chiara delle condizioni altimetriche della cavità. Dalla carta rileviamo che il punto più basso (m. 540), è nel sifone finale, all'estremità nord del rilievo, e

verso di esso confluiscono i canali dei cinque ruscelli. Soltanto nel centro del disegno, verso l'alto, si nota un'anomalia, cioè una zona più alta, che è data dai vecchi canali abbandonati dal corridoio delle stalattiti.

La carta delle temperature (fig. 115.^a) fu costruita con criteri analoghi, e le isoterme uniscono punti della stessa temperatura dei vari corridoi.

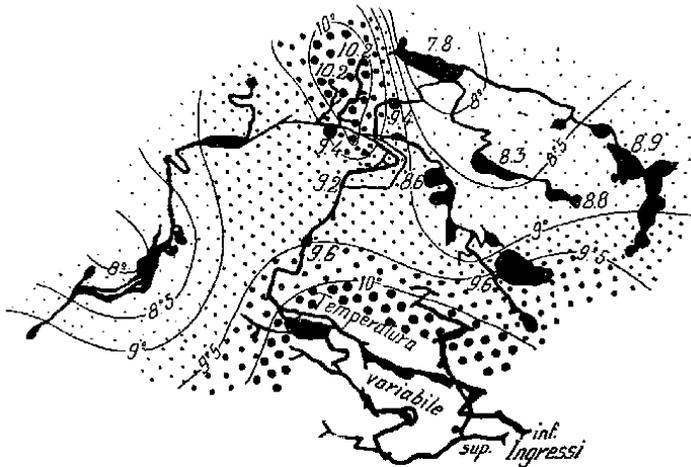


Fig. 115.^a — La distribuzione della temperatura nella Grotta di Villanova.

Le curve altimetriche sono di 5 in 5 metri, quelle isoterme di mezzo grado di differenza fra loro.

La temperatura della curva di 10° gradi in su, verso l'esterno, non è segnata, perchè in questa parte più superficiale della caverna si risente troppo della temperatura esterna, e si hanno valori assai variabili; verso l'interno si ha una diminuzione fino alla temperatura di 8', nella sala finale; 8° sono pure nella sala del 5.° ruscello; invece alla zona di massima altimetria ne corrisponde pure una di alta temperatura, che arriva a 10°.

La corrispondenza fra bassa temperatura e minore altezza e viceversa è certo in relazione col fatto che l'aria fredda, più pesante, tende a portarsi nelle parti più basse. A questa causa va pure aggiunta l'altra, non trascurabile, della pre-

senza dei corsi d'acqua nella parte più bassa della grotta; l'evaporazione contribuisce quindi anch'essa al raffreddamento. Questo fatto può esser messo in rilievo dal confronto fra la cartina della temperatura e la pianta della grotta (fig. 63.^a) ove sono segnati i ruscelli.

34. *La temperatura dell'acqua sotterranea.* — I corsi d'acqua che percorrono le caverne provenendo dall'esterno, hanno una temperatura variabile con le stagioni e con le ore del giorno. Però, per lo scambio di calore che avviene fra il terreno, l'aria interna, e l'acqua, tende a stabilirsi una temperatura d'equilibrio che, ad una notevole profondità dovrebbe essere teoricamente costante.

La relativa costanza di temperatura dell'acqua in un punto di una grotta dipende: 1.° dalla distanza dall'ingresso della corrente; 2.° dalla sua velocità; 3.° dalla portata; 4.° dalla differenza fra la temp. dell'acqua e quella d'equilibrio (media del luogo).

La modificazione di temperatura portata dal percorso sotterraneo è evidente da questi dati, ricavati misurando l'acqua che si perde nella grotta *Tapokorito* e risorga poi da una sorgente situata circa 250 metri più lontano alla sorgente *Mulscia* (vedi pag. 75):

29 luglio 1910	acqua alla grotta	12°,6	alla risorg.	9°,8	aria	21°,8-22°,8
27 dicem. 1910	»	»	3°,8	»	10°,4	» 3°,—

I due fattori, portata e velocità, sono in parte concomitanti, perchè con l'aumentare della prima aumenta la seconda, così in tempo di piena, per tali ragioni, l'acqua che attraversa un tratto sotterraneo subisce minore alterazione che nelle magre.

Riguardo alle stagioni la variazione termica che subisce una massa d'acqua nell'attraversare un tratto sotterraneo è massima nell'inverno e nell'estate, minima in primavera e in autunno. Per i percorsi piccoli si può giungere a verificare un massimo nel giorno d'estate e un minimo nella notte d'inverno.

Alla risorgenza a Nismes dell'acqua assorbita all'Adugeoir dell'Eau-Noire (a 2700 m. di dist. in linea retta) il raffreddamento subito nella traversata fu di 4° in tempo di media portata, di 0°,6 soltanto in

tempo di piena (Martel, Rahir et Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, I, pag. 337).

È naturale poi che l'acqua dei ristagni e dei laghetti interni, — sia che siano formati dalle acque di stillicidio, sia che rappresentino resti di piene nelle grotte a corso d'acqua intermittente — presenti una temperatura più uniforme, assai prossima, e spesso eguale a quella dell'aria.

A tal proposito, senza fare numerose citazioni di dati che già pubblicati in monografie su singole grotte, riporterò, perchè è la più evidente, la serie delle temperature ricavate il 20 agosto 1909 nella *Ciase de lis Aganis*.

	dall'ingresso	temp. aria	temp. acqua
1.° Stagno . . .	m. 120	13°,2	11°,7
3.° » . . .	» 200	12°,7	11°,6
4.° » . . .	» 240	12°,4	11°,5
5.° » . . .	» 270	12°,5	11°,3
6.° » . . .	» 296	12°,5	11°,5
Sifone . . .	» 315	12°,8	11°,5

35. *La temperatura delle voragini.* — L'andamento della temperatura nelle voragini va considerata, — per i suoi speciali caratteri, — separatamente da quella delle grotte. Mentre in queste abbiamo infatti osservato che molte cause intervengono a modificare le condizioni normali, nelle voragini la legge principale che regola la distribuzione della temperatura è la gravità, e precisamente, — quando si tratta di veri pozzi verticali, ampiamente comunicanti coll'esterno, — abbiamo una vera e propria stratificazione nella temperatura, con i gradi più bassi verso il fondo, e temperature via via crescenti verso l'alto, finchè, presso la bocca, vi è uno strato d'aria, soggetto alle variazioni esterne, rapidamente variabile. Avviene, in altri termini, un fenomeno simile a quello della stratificazione termica dei laghi, e credo che misure accurate, eseguite in voragini di certa profondità, potrebbero definire uno strato di salto, della temperatura, simile a quello caratteristico dei bacini lacustri. Finora, nelle nostre voragini, non vennero istituiti studi di tal genere e furono solo misurate saltuariamente temperature, di solito al fondo.

Così nella *Cerconizza*, a 300 m. sul mare, con una temperatura esterna di 19°, quella al fondo fu trovata di 10°; nella voragine con neve del *Matajur*, a 1400 m. circa, la temp. al fondo era 5°,4, e quella alla superficie 6°,2; nel *Bus de la Lum* (1030 s. m.), a 158 m. di profondità il termometro segnò 7°, con una temperatura esterna di 17°.

Nel *Creux-de-Souci*, piccola grotta, interessantissima sotto tanti aspetti, formata come da due imbuti rovesciati, il fenomeno della stratificazione dell'aria di diversa temperatura a seconda della profondità è ben distinto (M a r t e l, *Abimes*, pag. 390). Invece fa eccezione, se i dati raccolti sono esatti, la voragine di Kluč (« Il Tourista », Trieste, 1894, n. 3) profonda in tutto 227 m., composta di due pozzi sovrapposti comunicanti con bocca strettissima con l'esterno. Il 1.° novembre 1894, essendo 2°,5 la temperatura esterna furono osservati 12°,5 a 25 m.; 15° a 90 m.; 12° a 170 m. e 19° a 227 m.

36. *Grotte fredde*. — La bassa temperatura sul fondo delle voragini è dovuta al fatto, da lungo tempo spiegato, della caduta dell'aria fredda, più pesante, in basso. La sua temperatura si conserva quasi inalterata per la mancanza di correnti che rimescolino gli strati d'aria e per la scarsa conducibilità termica dell'atmosfera e della roccia, contrastata se mai, nei suoi scarsi effetti, dal raffreddamento prodotto dall'evaporazione degli stillicidi.

Oltre che nelle voragini propriamente dette, il fenomeno si verifica anche in grotte discendenti, purchè il ricambio dell'aria coll'esterno riesca difficile, mentre vi sarà facile la caduta dell'aria fredda, pesante, nell'inverno.

In tali condizioni è la *Grotta di Majaso* (pag. 91).

Quantunque essa si trovi a 504 metri sul mare, la temperatura dell'aria al fondo era di 7°,2 il 1.° settembre 1896, mentre la temperatura all'esterno era di 22°,5 (M a r i n e l l i O., *Buse dai Pagans*); l'11 agosto 1910 mentre l'aria esterna misurava 15° (ore 10), alla base del primo pozzo il termometro segnava 11°,6, in fondo alla grotta 7°,6 (M i c o l i, *Buse dai Pagans*).

Qualcosa di simile avviene nella *grotta del R. Filuvigne*, a forma di sacco scendente obliquamente, con la bocca rivolta a nord. L'11 agosto 1910 l'aria al fondo misurava 8°,5, mentre all'esterno il termometro segnava 14°,4 (ore 11) (M i c o l i, *R. Filuvigne*).

Nella *Spelonca delle Pille*, nella Calvana di Prato, in Toscana, ebbi occasione di constatare lo stesso fenomeno delle grotte fredde (De Gasperi, *Ancora sulla Calvana*, ecc. « Boll. Sez. Fior. C. A. I. », 1913, n. 6).

37. *Pozzi con neve*. — Nelle voragini della regione alpina e prealpina, che si trovano a notevole altezza sul mare, per i fenomeni citati, la temperatura nel fondo è, anche nell'estate, inferiore o di poco superiore a 0°. Per tale ragione la neve che cade dalla bocca nella stagione invernale vi si conserva da una stagione all'altra e vi forma, in certi casi, ammassi considerevoli.

Nell'Alpi Friulane avemmo modo di vedere molte di tali voragini con neve, e qui le ricorderemo di nuovo.

Numerose sono esse nell'altopiano del Canin, ove riscontrai la più bassa circa all'altezza del ricovero Brazzà; altre ve ne sono in Carnia, presso la Casera Tersadia alta. Nelle Prealpi Giulie sono notevoli i *pozzi con neve del Ciampòn*, di Cas. Tasaoròn (pagg. 59-60), e la *grotta-voragine con neve del M. Musi*.

Nelle due *voragini con neve* esplorate presso il *Matajur*, verso i 1400 metri d'altezza, la neve forma un cumolo sul fondo, a forma di ombelico staccato dalle pareti. Nella voragine grotta è interessante pure la formazione del ghiaccio di stillicidio. Il 24 luglio 1913 la temperatura sul fondo era di 5°,4. È notevole il fatto che la voragine non ha apertura ristretta, ma piuttosto svasata; ma forse qui, per la presenza della grotta e dell'acqua corrente nel suo interno, si stabilisce qualche corrente d'aria che agevola l'evaporazione e quindi il raffreddamento.

Nelle Prealpi Carniche il pozzo con neve più notevole è quello del *Verzegnis*, profondo 62 metri, situato a 1550 m. sul mare. Ma più numerose le cavità in tali condizioni sono in Cansiglio, ove sono state citate come contenenti neve il *Bus de la Neve* sulla strada da Cadolten e la *Crocetta*; altre due *Buse* dello stesso nome ricordate dal *Soravia*, il *Bus de la Lum*, ove, su una cornice sporgente si trovò neve il 12 luglio 1904 (Lazzarini, *Cansiglio*), e la *Sperlonga della Val del Palazzo*, profonda 39 metri, al cui fondo, il 16 ottobre 1909, la temperatura dell'aria era 1°,6.

È notevole che la neve accumulata al fondo di tutte le voragini con neve che mi sono note forma una specie di blocco ad ombilico nel fondo della cavità, senza toccarne le pareti. Questo distacco è dovuto evidentemente all'azione degli stillicidi che sciolgono le nevi lungo le pareti stesse ed all'azione termica delle rocce a contatto con la neve. Nel pozzo presso Ric. Brazzà la neve ha anche una serie di cavità imbutiformi dovute agli stillicidi del ciglio della parete nord, strapiombante; nella *Busa della Val del Palazzo*, la neve è sciolta anche in tutto lo spazio corrispondente alla proiezione verticale della bocca sul fondo, causa la fusione per opera delle acque di pioggia.

Già Martel (*Tarascon-sur-Ariège*, pag. 25) ha fatto notare questo fatto che il ghiaccio o neve sotterranei « non aderiscono mai alle pareti delle cavità », ma ne sono separati « da un vuoto di fusione di parecchi centimetri di larghezza ». Per la neve il fatto si verifica sempre, ma non credo sia altrettanto per il ghiaccio, per la sua proprietà di modellarsi, almeno in quelle grandi ghiacciaie ove il calore della roccia non riesce a far fondere tutta la provvista accumulata nell'inverno. Le piccole e poco importanti ghiacciaie friulane di cui al paragrafo seguente non mi danno modo, del resto, di portar luce sulla questione.

38. *Ghiacciaie naturali*. — Le ghiacciaie naturali nelle Alpi Friulane non sono in tal numero nè di tale importanza da richiedere molte considerazioni. Comunque, fra quelle ricordate nel Catalogo descrittivo ve n'ha di due tipi ben distinti:

- 1.° ghiacciaie ove il ghiaccio si forma per il *congelamento* delle acque di stillicidio;
- 2.° ghiacciaie il cui ghiaccio vien formato dalla *neve* che casca direttamente dalla bocca.

Del primo tipo sono la *grotta sotto il Foran del Muss* sul Canin, e la *Busa del Fornèl* in Cansiglio; il *Bus de la Jazza*, invece, sullo stesso altopiano è del secondo tipo.

La caverna di Naye in Svizzera presenta un modo affatto speciale di formazione del ghiaccio: questo è dato dalla neve che si accumula, cadendo dall'alto, si trasforma in *névé* e quindi in ghiaccio come nei ghiacciai alpini. (Martel, *10.ª Campagne*, pag. 249).

La bassa temperatura che, tanto nell'uno quanto nell'altro caso, dà luogo alla formazione e permette la conservazione del ghiaccio nelle ghiacciaie naturali, è dovuta alle stesse cause, per quanto in scala maggiore, che determinano l'esistenza di grotte fredde (§ 36) e dei pozzi con neve (§ 37).

Fra le erronee teorie sulla origine delle ghiacciaie naturali citeremo quella di Boyd-Dawkins (*Cave Hunting*, p. 72) che le riteneva resti del periodo glaciale, mentre è dimostrato che il ghiaccio, anche asportato, si riforma (es. il *Bus de la Jazza*). De Billerez (vedi Martel, *Spéléologie*, pag. 90) nel 1712 credeva ad una azione refrigerante per reazione delle acque infiltranti sui sali ammoniacali delle rocce. Lowe, nel 1879 emetteva la teoria *capillare*, per la quale le bolle d'aria entrando con l'acqua nelle fessure acquistavano una pressione considerevole; ne risultava una perdita di calore latente e quindi forte abbassamento di temperatura.

Una delle più vecchie pubblicazioni che spieghino con esattezza la formazione del ghiaccio sotterraneo è quella di J. A. Krenner (*Dobschau*, 1874) riguardante una delle più grandi ghiacciaie naturali conosciute. Egli l'attribuisce: *a*) alla forma discendente della caverna, *b*) alla piccolezza dell'apertura e delle fessure di scolo dell'acqua di fusione, *c*) all'orientamento a nord della bocca, *d*) alla caduta invernale della neve e dell'aria fredda, *e*) alla forma della caverna che impedisce in estate la circolazione dell'aria. Il Krenner ha il merito d'aver enunciato tutti i fattori ai quali ancor oggi si attribuisce l'origine del ghiaccio sotterraneo, ma prima di lui Gollut (1592), De Boz (1726), Cossigny (1743), Prévost (1789), Townson (1793), ed altri nel secolo seguente (Martel, *Spéléologie*, p. 91) avevano dato valore all'azione del freddo dell'inverno nella genesi del fenomeno.

Thury (*Glacières naturelles*) chiamava *statiche* le ghiacciaie a fondo cieco, *dinamiche* quelle a due aperture fra le quali si stabilisce una corrente d'aria.

Per E. A. Martel (*10.^e Campagne*), le cause della formazione di ghiacci sotterranei sono: 1.^o la forma della cavità; 2.^o libero accesso della neve d'inverno; 3.^o altitudine; 4.^o evaporazione dovuta a correnti d'aria.

Nel secondo modo di formazione del ghiaccio da me distinto (formazione per stillicidio) la seconda delle cause non ha nulla a che vedere. Nel caso della grotticella con ghiaccio del Canin, le sole cause sono la forma della cavità, l'altitudine e l'esposizione; a queste, in minima parte, va aggiunta la lenta evaporazione.

In Friuli, non vi sono *ghiacciaie a vento*; cioè voragini aperte presso il ciglione di una parete rocciosa, con una bocca presso il fondo, aperta sulla parete stessa, — nelle quali la neve che entra dalla bocca superiore e si accumula sul fondo, — per lo stabilirsi di una corrente d'aria fra le due bocche, la quale agevolando l'evaporazione abbassa la temperatura fino a sotto i 0°, — si trasforma in ghiaccio.

Sono note per aver questa origine le ghiacciaie naturali di Geldloch e Taubenloch in Austria (Cramer e Sieger, *Oetscherhöhlen*) e quella della Naye in Svizzera.

Le ghiacciaie naturali, come le grotte fredde, sono grotte discendenti o addirittura voragini. La bocca stretta, volta a nord o in tutti i modi riparata, rende poco agevole il ricambio dell'aria. La loro forma è tale che la caduta dell'aria fredda è facile; la più frequente è la forma a *clessidra* per le voragini (*Bus de la Jazza*), quella a *calza* per le grotte (*Busa del Fornel*, *grotta sotto il Foràn del Muss*).

Cvijic (*Glacières naturelles*) ha classificato le ghiacciaie naturali in tre gruppi, basandosi sulla loro forma: 1.° ghiacciaie in forma di *ocapinas*, piccole grotte discendenti le cui aperture sono sul fianco della montagna; 2.° ghiacciaie in forma di voragine (*aven*), aperte sul fondo di una dolina-imbuto, e formate di un corridoio più o meno verticale terminante in una sala ov'è il ghiaccio; 3.° ghiacciaie a forma di galleria formate da un pozzo stretto verticale cui segue una grotta piuttosto vasta. In quanto alla durata del ghiaccio divide le ghiacciaie in *periodiche* e *permanenti*.

Secondo la classificazione di Cvijic la ghiacciaia del *Canin* apparterebbe al primo gruppo, quelle del *Cansiglio* al secondo; tutte e tre poi al tipo di ghiacciaie permanenti.

E. S. Balch (*Ice caves*) divide le ghiacciaie naturali in tre categorie: 1.° quelle alle quali si giunge per un pendio più o meno ripido; 2.° quelle che si trovano dopo alcune gallerie più o meno lunghe; 3.° quelle sul fondo di pozzi verticali. Seguendo questa classificazione la *Busa de la Jazza* apparterebbe alla terza categoria, le altre due alla prima.

La bibliografia delle ghiacciaie naturali in Italia non è molto abbondante; in tutti i modi le indicazioni che si trovano in periodici, specialmente alpinistici, mi permettono di ricordare le seguenti ghiacciaie della nostra regione:

Le grotte ghiacciate dell'altipiano di Ternova, nel Friuli orientale (Moser, *Eishöhlen*; « Alpi Giulie », 1911, n. 5-6); la grotta gelata del M. Ramazza, nelle Alpi Bellunesi (Squinabol, *Monti Bellunesi*); la caverna di Franzei nell'Agordino (Tissi, *Franzei*); il Buso del Vallon, voragine profonda 40-50 metri, a 1700 m. sul mare, sui Lessini (Nicolis, *Idrologia*, pag. 302); il Buco del gelo sull'altipiano di Cariadeghe, nel Bresciano (Cacciamaali, *Cariadeghe*); la famosa ghiacciaia del Moncodeno, nel gruppo della Grigna, già descritta da N. Stenone nel 1671 e poi ricordata da vari autori e ultimamente dal Cermenati (*Moncodeno*) che ne fece una vera monografia; la Borna de la Ghiace, presso Morgex in Val d'Aosta (Argentier, *Aoste*; « Gior. Alpi, Appennini e Vulcani », III, 1866, pag. 150-152); la ghiacciaia del val-lone del Séguret nell'alta Valle di Susa (Baretti, *Caverna ghiacciaia*); e finalmente la ghiacciaia del Mondolé, in quel di Frabosa presso Mondovì (Salino, *Grotte e caverne*; id. *Mondolé*).

Oltre quelle sopra citate sono molto note, fuori d'Italia, altre ghiacciaie naturali, sulle quali non è qui il luogo di estendersi. Si potrà con efficacia consultare la bibliografia sopra citata e gli scritti di Browne, Fischer, Fugger, Grosman (« Scientific American », 18 febbraio 1905), Martel (*Abîmes*, pag. 394-399), Siegmeth, Schwalbe, Skorpil, Terlanday, e gli articoli nel « Boll. del Club Alp. Ital. », II, pag. 403-404, nell'« Alpine Journal », febbraio 1906, nell'« Jahrbuch » del Club Alpino Svizzero (1884-85, pag. 316; 1892-93 pag. 358); nelle « Mittheilungen » del Club Alpino Austro-Tedesco (1913); e nella « Frankfurter Zeitung » (6 nov. 1905).

39. *L'aria respirabile*. — Una sola delle cavità carsiche friulane fu oggetto di studi nel riguardo della composizione e della respirabilità dell'aria: la *Busa de la lum* del Cansiglio. Trattandosi di una voragine profondissima e per la quale è tradizione si sviluppino dalla bocca gas infiammabili, — da ciò il nome, — si credette opportuno eseguirvi una serie di esperimenti prima di effettuarvi l'esplorazione. Di questi fu incaricata la commissione inviata dal Circolo Speleologico.

Per tali esperienze fu calata una gabbia fino a 164 m. di profondità, con una cavia viva, che vi fu lasciata per 6 minuti, e quindi ritirata; fu trovata in ottime condizioni. Poi, fino a 158 m. furono fatte scendere, in speciale apparecchio protettivo, ma a libero contatto coll'aria, sette listerelle di carta bibula, bagnate con reagenti atti a segnalare la presenza di anidride carbonica, di ammoniaca, di idrogeno solforato, e fosforato. Anche questa seconda esperienza diede risultati negativi (F r a t i n i, *Ricerche preliminari*).

In nessuna altra delle grotte esplorate emerse qualche fenomeno (difficoltà di respiro, estinzione delle candele, ecc.) che potesse far supporre la presenza di gas carbonico o quanto meno la deficienza di ossigeno nell'aria.

Del resto il caso di aria irrespirabile nelle caverne è meno frequente di quanto si possa supporre; almeno per le caverne dei calcari perchè naturalmente in grotte di origine vulcanica, o in terreni con emanazioni gassose il fatto è molto diverso (grotta del Cane). Il gas più frequente a trovarsi, nelle grotte, è l'anidride carbonica, per lo più derivante dalla decomposizione di materie organiche trasportate dall'esterno. Tale caso si verifica nelle katavotre del Peloponeso; in quella del Dragone fu misurato un pozzo di 20 metri nel quale non fu possibile scendere per più di 5 o 6 metri; nella gran catavotra di Verzova le materie vegetali in decomposizione rendono l'aria irrespirabile, e così in quella di Spilia-Gogon (M a r t e l, *Abîmes*, pag. 503-510).

Martel trovò pure acido carbonico nella grotta di Mayaguar (Ardèche) e nella Goule de Foussoubie (*Abîmes*, p. 101 e 106-108). Nella grotta delle Fées (Valais), a 900-1000 metri di profondità l'aria raccolta presentò una percentuale di 15,35 % di ossigeno e 1,99 % di acido carbonico. Le candele si spegnevano (richiedono per ardere 17-18 % di ossigeno) e la respirazione si faceva difficile, non tanto per la presenza del composto carbonico (rende l'aria irrespirabile solo al 4 %) quanto per la deficienza di ossigeno. Anche in questo caso si attribuì il fenomeno (F o r e l, *Grotte de Fées*) a combustione di materie organiche.

Dell'acido carbonico fu trovato pure alla Gr. della Madeleine (Hérault). A. Viré (*Récherches*, p. 51) emette il dubbio che nella sua genesi possa aver relazione il cloruro di sodio che in certi periodi le acque salmastre introducono nell'altopiano. Si conoscono molte grotte ove si ha sviluppo di acido carbonico, in relazione con attività vulcanica antica o recente.

Son celebri fra queste le caverne-mofette dei monti trachitici dell'Ungheria, tra le quali il Búdösbarlang da cui esce a flotti l'acido carbonico che si utilizza per la produzione di acido carbonico liquido (la mescolanza nella caverna è 95,49 % di CO_2 ; 0,56 % H_2S ; 0,01 % O ; 3,64 % N) (Siegmeth, *Cavernes de Hongrie*, pag. 163).

Nel Creux-de-Souci, — cavità a clessidra scavata nei basalti nel Puy-de-Dôme che Martel (*Abimes*, pag. 387-393) attribuisce alla esplosione di qualche bolla di gas vulcanico, — nella parte più bassa, uno strato di 4-5 metri di gas carbonico impedisce la discesa sul fondo. È questa una mofetta del tipo della grotta del Cane di Pozzuoli. Acido carbonico di origine vulcanica fu trovato pure in una grotta sui fianchi del vulcano di Pasto in Columbia (*Tour du Monde*, 1879, II, pag. 327) e nella grotta del Cane di Royat (Finot, *Royat*).

Il gas carbonico, essendo più pesante dell'aria (peso specifico 1,53, riferito all'aria) rimane stagnante nelle parti basse delle grotte ove si rinviene. Però esso non raggiunge un livello costante; talora anzi scompare del tutto (Creux-de-Souci, grotte de la Madeleine: vedi Martel, *Abimes*, pag. 153, 391); in certi siti poi (grotte d'Alvernia) si è osservato che lo spessore dello strato di gas è in ragione inversa della pressione atmosferica. Avviene raramente di trovare nelle grotte gas diversi dall'anidride carbonica.

Martel (*Matsesta*) nella Transcaucasia in una grotta percorsa da un'acqua termale e solforosa trovò abbondanti esalazioni di H_2S , per causa delle quali corse rischio di morte.

40. *Gli spostamenti d'aria.* — Ben poche sono le grotte ove non esistano movimenti di aria; e si tratta per lo più allora di voragini, o grotte a pozzo, sul cui fondo l'aria più fredda, per così dire, ristagna. Un esempio bellissimo di questo caso si ha nella *Buse dai Pagans* di Majaso (pag. 91) ove si raccolsero stalattiti esilissime, lunghe fino a 30 centimetri, forate, del diametro inferiore ad un centimetro, per la cui formazione è necessaria evidentemente una calma d'aria perfetta (§ 25). Che questa esista nella *Buse dai Pagans* è dimostrato anche dal fenomeno della bassa temperatura nell'estate (§ 36).

Ma più frequentemente l'aria nelle grotte è in movimento, e talora il trasporto delle masse d'aria può avvenire con tanta velocità da creare un vero vento in certi anditi un po' ristretti. Al movimento dell'aria nelle caverne partecipano

tre fattori che, in ordine d'importanza, classifico a questo modo :

- 1.° *movimento di acque* (causa meccanica);
- 2.° *dislivello di temperatura* (causa termica);
- 3.° *dislivello di pressione* (causa meteorica).

Il terzo fattore deve aver certamente una qualche importanza, in particolare quando avvengono sbalzi rapidi di pressione che non si propagano istantaneamente in tutto il percorso della caverna, specie se lunga. Nelle grotte friulane però mai m'accadde di osservare correnti d'aria attribuibili a questa causa.

Nella letteratura speleologica trovai due soli casi in cui le correnti d'aria sono dagli autori attribuite a variazioni di pressione. Così il geologo Dodd spiega il vento forte della Wind-Cave, nel Dakota (America) (« Spelunca », 1897, p. 27) ed il Battelli, (*Monti Versigliesi*), la corrente d'aria all'ingresso della Buca di Eolo nell'Alpi Apuane. Quest'ultima però, più probabilmente, deve la sua origine a squilibri di temperatura.

Più frequentemente i moti d'aria sono dovuti al movimento di correnti d'acqua. Ciò in special modo vicino alle cascate e dove i cunicoli sono molto stretti; determinandosi allora una specie di tiraggio che richiama l'aria dai corridoi vicini. Nella grotta del *Fornàt di Meduno* è una corrente diretta verso l'esterno, nel verso del ruscello che percorre le strette gallerie; nella galleria superiore del *Foran di Landri* il 7 novembre 1909 riscontrai una corrente d'aria dall'esterno all'interno. La temperatura interna (10°,8) era inferiore a quella esterna (13°,2). È probabile che la corrente fosse dovuta all'aspirazione esercitata dall'acqua del ruscello che esce nella sala inferiore.

Anche nell'inghiottitoio del *Re-d'-s'-terra* nel Faentino, lungo una fessura discendente, è una corrente d'aria fortissima dovuta al tiraggio esercitato dal torrente che scorre in gallerie inferiori (De Gasperi, *Gessi di M. Mauro*). Così nella grotta Deloly (Ardèche-Francia) è una corrente d'aria verso l'interno, causata anch'essa dal richiamo di una corrente d'acqua che segue gallerie più basse (Martelet, *Abimes*, p. 98). Sono state pure poste in relazione con la pre-

senza di corsi d'acqua non ancora scoperti, le correnti d'aria nella Grotta del Boarnal nel Bellunese (Dal Piazz, *Grotte*) e nella Goule de Foussoubie (Ardèche) (Martel, *Abimes*, p. 105). Nella Grotta della Fonte Buia, nei monti di Prato in Toscana è una cascata d'acqua che produce una forte corrente d'aria (De Gasperi, *Calvana*, pag. 80), e lo stesso fenomeno si verifica nella Tana che urla, nell'Alpi Apuane, ove la caduta d'acqua provoca una forte corrente d'aria che quasi spegne la candela (Quarina, *Garfagnana*, pag. 31).

I movimenti di masse d'aria dovuti a squilibrio di temperatura sono naturalmente più notevoli presso gl'ingressi, e specialmente in quelle grotte che hanno due o più aperture situate a livelli differenti. Fra le grotte friulane si trovano in queste condizioni la grotta di *Vedronza* e quella di *Villanova*.

Il 27 agosto 1911, essendo assai alta la temperatura esterna a confronto dell'interna, nella bocca superiore della grotta di *Vedronza* entrava una corrente d'aria che usciva da quella inferiore. La corrente era sì forte da spegner quasi la candela.

Il fenomeno è abbastanza semplice: l'aria fredda, più pesante, cadente dalla bocca inferiore, esercitava un richiamo dell'aria esterna dalla bocca superiore.

A *Villanova* invece, il 9 settembre 1911, dall'ingresso superiore usciva una forte corrente d'aria calda la cui presenza aveva permesso lo sviluppo e la fioritura di certe piante presso l'ingresso, mentre nella bocca inferiore entrava l'aria dell'esterno e nessuna pianta vi vegetava. La temperatura interna era più calda che quella atmosferica, perciò l'aria interna usciva dalla bocca alta esercitando un richiamo da quella inferiore.

Le caverne a vento, con due bocche, sono state notate da molti autori e descritte con nomi vari: sono le *wind-holes* degli inglesi, i *wind-löcher* dei tedeschi, i *trous à vent* dei francesi. Un bellissimo esempio è quello della grande caverna de Naye in Svizzera (*Éco des Alpes*, Ginevra, 1894-1895; Martel, *10.^e Campagne*) ove la corrente d'aria, producendo una rapida evaporazione, e quindi un raffreddamento, contribuisce alla conservazione di un ghiacciaio sotterraneo. Probabilmente alla stessa causa è dovuta la conservazione di

un deposito di neve in una grotticella, — sull'orlo superiore di Val Cannella nel gruppo della Majella, — la quale ha un'apertura orizzontale sul fianco del vallone ed una a camino che sbocca più in alto.

Una ripetizione di quanto fu osservato a Vedronza, per quanto in condizioni diverse, si osserva nelle *Fogole*, piccole cavità nelle falde di detrito più o meno cementato del versante meridionale del M. Telva nel Bellunese. Da esse esce, specialmente nelle ore calde dell'estate, una corrente d'aria fredda. Il Dal Piaz (*Grotte*) attribuisce il fenomeno al riscaldamento dell'aria negli strati più superficiali della zona detritica che stabilisce un richiamo degli strati d'aria più profondi, il rifornimento dei quali avviene attraverso una zona soprastante, imboscata e quindi riparata dal riscaldamento.

Nella Caverna delle Gracchie (Alpi Apuane) che ha pure due comunicazioni con l'esterno, « una continua corrente d'aria spira ora in un senso, ora nell'altro alterando continuamente la temperatura interna che tende a eguagliarsi all'esterno » (Quarina, *Garfagnana*, pag. 16).

Scavando il tunnel di Weizenstein, in Svizzera fu trovata (« Solothurner Tagblatt », 2 aprile 1904) un'ampia caverna, provvista di un camino nella volta, che sale verso l'esterno (si crede comunichi col Nidleloch); in questo camino entra e si perde una forte corrente d'aria, evidentemente prodotta dal tiraggio dell'aria riscaldata nella caverna che si porta all'esterno.

Ma anche nelle cavità che comunicano con l'esterno con una sola bocca, si producono correnti d'aria. Le più interessanti sono quelle all'uscita delle voragini. Una voragine notevole per questo fatto è situata presso il Ricov. Brazzà, nel gruppo del Canin; mi fu assicurato che il vento ha tanta violenza da sollevare un cappello che vi si metta sopra.

Nicolis (*Idrologia*, pag. 298 e seg.) parla di una voragine del Veronese, la Speluga di Pialda, a quanto sembra profondissima, dal cui « orificio sbuffa una corrente d'aria che durante l'inverno scioglie la neve che vi cade intorno intorno ».

Sul piano del Cansiglio, la sera dell'11 agosto 1912 (ore 19,30), osservai che dalle aperture sul fondo delle doline usciva un vapore che si condensava in nebbia. È abbastanza facile spiegare il funzionamento di questi *buchi che fumano*: l'aria interna, riscaldata, tende a innalzarsi e sfugge all'esterno; con-

temporaneamente la capacità di saturazione per il vapor d'acqua diminuisce col raffreddamento ed il vapore stesso si condensa in nebbia.

Sono le cavità con tale caratteristica che in Francia e nel Belgio prendono il nome di *Trous-qui-fument*.

Nel Belgio è una voragine, nota appunto col nome di « Trou-qui-fume » dalla cui bocca nell'inverno esalano abbondanti vapori (Van den Broeck, *Furfoo*, p. 205; *Observations nouvelles*, p. 614) accompagnati da una corrente calda. Altre cavità presentanti lo stesso fenomeno osservò Doudou (*Aigrement*, p. 139) presso Engis, un'altra ancora fu osservata nei pressi di Petigny (Belgio), (Martel, Rahir e Van den Broeck, *Cavernes et Rivières*, Vol. I, p. 329).

Sia per le voragini, che per le grotte ad una sola uscita è evidente che il richiamo dell'aria, prodotto dalla corrente che esce, deve avvenire o per la bocca stessa (come in una bottiglia che si vuoti d'acqua), o per fessure impraticabili all'uomo. Di modo che, non è in nessun caso sufficiente la presenza di una corrente d'aria a giustificare l'ipotesi di altre ampie comunicazioni con l'esterno.

Anche Lovisato (*Tiriolo*) che aveva spiegato la corrente d'aria della grotta di Tiriolo con l'esistenza di qualche comunicazione col l'esterno, ammise poi che essa fosse dovuta a semplice dislivello termico fra l'interno e l'esterno.

Gli spostamenti di masse d'aria avvengono anche fra i vari ambienti di una stessa grotta, per la tendenza che v'è a stabilirsi un equilibrio di livello termico nelle varie parti e per la caduta delle masse più fredde. Queste differenze ripetono per lo più la loro origine nelle correnti d'acqua che, provenendo dall'esterno, o da altre regioni della grotta, modificano con la loro temperatura, quella dell'ambiente. Anche gli stillicidi, — che, evaporando, producono un abbassamento di temperatura, — intervengono in questo fenomeno.

VI. — Resti umani, fossili, e fauna vivente delle grotte friulane.

41. *Resti umani o dell' industria umana.* — Le ricerche speleologiche in Friuli hanno portato alla conoscenza di alcune stazioni neolitiche di un certo interesse, e tanto più in quanto la nostra regione, — importantissima come punto di incontro di tre stirpi umane e zona di passaggio e d' invasione fino da epoche remotissime, — aveva dato soltanto scarsissimi resti dell' uomo preistorico.

Prima delle ricerche speleologiche infatti non si conoscevano che due stazioni neolitiche all' aperto: quella delle « Pisciarelle », presso S. Vito al Tagliamento, e quella di S. Giovanni di Casarsa (Pigorini, *Grotta-stazione*), e si erano raccolti qua e là, sporadici, oggetti di pietra levigata.

Oggi, grazie alle esplorazioni del Marchesetti (*F. Isonzo*), anteriori al 1890 ed a quelle che ricorderemo al paragrafo che segue, conosciamo tre sicure stazioni neolitiche: la grotta di *Robic*, quella *Velika* e la *Spilugne di Landri*; mi è stata segnalata da A. Desio per il rinvenimento di stoviglie di tipo neolitico e ossa di animali la grotta *Bazint* presso Obenetto, per quanto le ricerche si debbano in essa continuare; si sono rinvenuti carboni di età indeterminabile, ma certamente antica, nella *Tapotfigouzo*, e si dubita sempre che il *Foran di Landri* con uno scavo regolare possa dare dei buoni risultati.

Nella grotta di *Robic* non furono rinvenuti resti umani, ma abbondantissimi invece i residui di industria umana.

I resti si trovano disseminati sul suolo della caverna, fra il terriccio che lo costituisce, specialmente dalla quota 258 alla quota 250 nella galleria più larga e per qualche tratto nella galleria principale fra le quote 247 e 253 (fig. 29.^a).

Si tratta di frantumi di stoviglie in terracotta, di due tipi diversi, mescolati insieme irregolarmente ed evidentemente rimaneggiati. Le ornamentazioni e la tecnica grossolana della lavorazione hanno fatto attribuire i resti al neolitico, per

quanto nessun utensile di pietra sia stato rinvenuto nel deposito (Marchesetti, *F. Isonzo*; Tellini, *Peregrinazioni*) e anzi il Marchesetti vi abbia ritrovato un ago di bronzo a cruna che in altro suo lavoro (*S. Lucia*), lo indusse a ritenere il giacimento di *Robic* dell'età del bronzo.

Tellini vi trovò pure una conchiglia di *Cardium edule* artificialmente forata.

I resti della *Velika Jama* si trovano nello strato fossilifero più alto della grotta, caratterizzato dalla presenza di resti d'animali domestici e separato da quello sottostante, ad *Ursus spelaeus*, da un crostone stalagmitico. Anche nella *Velika* mancano i resti umani, ma gli avanzi dell'industria sono numerosissimi. Si tratta in genere di vasi fittili, di rozzo impasto, malamente cotti a fuoco libero; ma non mancano punteruoli d'osso, pezzi di corno lavorato, un frammento di *Mytilus edulis* e due piccole selci foggiate a lama di coltellino. Il tutto mescolato con ceneri e carboni e ossami d'animali domestici e selvatici rotti e spaccati (Musoni, *Velika*; Fabiani, *Velika Jama*).

La *Spilugne di Landri* è l'unica grotta ove si sia trovata, scarsamente rappresentata, in verità, traccia dell'uomo. Si tratta di un solo metacarpale (il terzo destro) che stava nel sottosuolo, assieme a molti resti animali e cocci. I cocci sono più o meno simili a quelli delle due grotte sopra ricordate, di fattura grossolana, con scarse ornamentazioni; v'è pure una fusaiola in terracotta. D'osso sono due spatole, una testa di femore (*Bos?*) foggiate a fusaiola ed un curioso frammento inciso con tecnica fine, forse un amuleto o un ornamento. Sono di selce rozzamente scheggiata alcuni raschiatoi e lame di coltellini. Anche il deposito della *Spilugne di Landri*, per quanto la tecnica della lavorazione degli oggetti di selce riconduca ad epoche più antiche, va riferito, per la presenza delle ceramiche e dei resti d'animali domestici, al neolitico.

42. *Fauna fossile*. — Le ricerche sulla fauna fossile delle grotte friulane, quantunque cominciate ancora nel 1894 da A. Tellini, sono ancora, si può dire, al loro inizio. E ciò si comprende facilmente quando si pensi agli scarsi mezzi di

cui possono disporre i ricercatori in confronto coll'entità di lavoro che gli scavi paleontologici richiedono. Comunque, dopo le ricerche saltuarie del T e l l i n i, altre raccolte più o meno superficiali furono fatte dal Circolo Speleologico nelle grotte di *Robic*, di *Viganti*, di *Torlano*, di *Medea*, nelle *Masariate* e nella *Spilugne di Landri*.

Uno scavo sistematico fu eseguito, nel 1904, per opera del Circolo, nella *Velika Jama* in val di Savogna; scavo che fu ripreso e approfondito nel 1910 dal R. Ispettorato degli scavi e musei della Regione Veneta.

Nell'aprile 1912, esplorando con M. Rodàro la grotta di *Viganti* scavai nel giacimento ove i soci del Circolo, nel 1904, avevano segnalato l'*Ursus spelaeus*, e lo esaurii quasi completamente con discreti risultati.

Nel 1913, con E. Feruglio e G. Piacentini praticai un altro scavo nella grotticella *Pot-Figouzo* presso Blasin.

Nella *Spilugne di Landri* praticò degli scavi regolari, dal dicembre 1914 all'ottobre 1915, il collega E. Feruglio con l'aiuto di A. Desio, dello scrivente e di A. Feruglio. Il giacimento si può considerare esaurito: ha dato i resti umani già indicati e alquanto residui animali.

Dei fossili scoperti nelle grotte friulane ebbero ad occuparsi E. Regàlia (Musoni, *Velika*) che studiò i mammiferi provenienti dal primo scavo della *Velika Jama*; M. Gortani (*Mammiferi*) che ebbe in esame tutto il materiale raccolto fino al 1908; A. Fabiani (*Velika Jama*), il quale determinò gli esemplari ottenuti nello scavo del 1910 nella *Velika Jama*; lo scrivente che esaminò i resti della grotta di *Viganti* e della *Pot-Figouzo* (De Gasperi, *Resti di mammiferi*; *Gulo luscus*, e in Piacentini, *Ta-pot-Figouzo*) e finalmente E. Feruglio (*Cidndar des Paganis*) che determinò i resti fossili della *Spilugne di Landri*.

Esaminando i singoli giacimenti cominceremo da quello della *Velika Jama*, nel quale vanno distinti due livelli, ch'erano separati da un crostone stalagmitico, nel superiore dei quali erano resti umani neolitici.

Nello strato contenente resti neolitici furono raccolti avanzi

dei seguenti mammiferi: *Cervus elaphus* L., *Capra hircus* L., *Ovis aries* L., *Bos taurus* L., *Sus scrofa* L., *Sus scrofa* var. *domesticus*?, *Felis catus* L., *Myoxus glis* L. Il cervo, il cinghiale ed il ghio sembrano, dallo stato di conservazione, più antichi degli altri reperti. Le ossa portano traccia di segature e spaccature artificiali; nessun indizio però della presenza del cane. Questo dall'esame fatto dal Regàlia sui resti a lui comunicati. Gortani, nello studio di tutto il materiale raccolto nel 1904 nella *Velika* trovò ancora: *Arctomys marmotta* L., *Lepus timidus* L., *Canis familiaris* L., e *Felis domestica* L.; confermò definitivamente il *Sus scrofa* var. *domesticus* L.

Nel materiale del nuovo scavo del 1910, Fabiani determinò: *Bufo vulgaris* Laur., *Aquila chrysaëtus* L., *Ursus spelaeus* Rosenm., *Canis lupus* L.?, *Felis catus* L., *Arctomys marmotta* L., *Myoxus glis* L., *Sus scrofa* L., *Cervus elaphus* L., *C. capreolus* L., *Capra hircus* L., *Ovis aries* L.

Nella grotta di *Robie*, secondo Gortani, sarebbero stati presenti *Equus* sp. (*E. asinus* L.?), *Sus scrofa* var. *domesticus* L., *Bos taurus* L., e sono determinati incertamente la capra e la pecora.

A *S. Giovanni d'Antro* lo stesso autore segnala *Ursus spelaeus* Rosenm. e la sua var. *minor* Str. Le stesse forme cita per *Viganti*. Nella grotta di *Torlano* indica *Ovis aries* L., *Canis familiaris* L. e forse la capra. Nella *Masariate*: *Bos taurus* L., *Canis lupus* L., *Canis familiaris* L. e incerte la pecora e la capra. A *Medea* infine il *Lepus timidus* L. e la *Felis domestica* L.

Nella *Spilugne di Landri* furono segnalate dal Feruglio (*Ciondar des Pagànis*) le specie seguenti: *Homo sapiens* L., *Talpa europaea* L., *Sorex vulgaris* Blas., *Mustela foina* Erxl., *Canis lupus* L., *Myoxus glis* L., *Mus* sp., *Arvicola arvalis* Pal.?, *Arv. agrestis* L.?, *Arv. nivalis* Mart.?, *Arv. amphibius* L., *Lepus timidus* L., *Sus scrofa* L., *Cervus elaphus* L., *C. capreolus* L., *Capra hircus* L., *Ovis aries* L., *Bos taurus* L.

Nel mio materiale di *Viganti* io determinai *Ursus spelaeus* Ros. (che, contrariamente alle conclusioni di Gortani, ritenni rappresentato soltanto da resti del tipo), *Gulo luscus* L., *Canis vulpes* L. e *Arvicola* sp.. Fra i resti della grotta

Tu-pot-Figouzo segnalai *Cervus capreolus* L., *C. elaphus* L., *Ovis Ariès* L. e *Capra hircus* L. Di modo che, mettendo assieme tutte le forme fin qui studiate in Friuli, se ne contano 31 con la distribuzione che viene riassunta nella tabella a pag. 194.

Le specie segnalate si raggruppano in due categorie ben distinte: quella dei depositi più moderni, di specie selvatiche esistenti anche attualmente, miste a forme domestiche; e quella di specie antiche, scomparse dalla regione e dalla fauna attuale, o rappresentate con caratteri di antichità (*Marmotta*) caratterizzate dal trovarsi coll'Orso delle caverne. Di questo strato antico sono: *Aquila chrysaëtus* L., *Ursus spelaeus* e sua forma *minor*, *Canis vulpes*, *Felis catus*; *Gulo luscus*, *Arctomys marmotta*, *Arvicola* sp. Le altre specie citate fanno parte di depositi più recenti e talora caratterizzati dalla presenza dell'uomo.

Fra le specie vanno specialmente segnalate l'*Arctomys marmotta* della *Velika Jama* ed il *Gulo luscus* di *Viganti*, entrambe caratteristiche di un clima più freddo, la seconda specialmente che oggidì vive a settentrione dal 55.° grado di latitudine. La mandibola di *Marmotta* merita menzione anche perchè presenta caratteri intermedi fra quelle più antiche conosciute e le attuali.

43. *Fauna vivente*. — È un altro degli argomenti di studio ancora allo stato più che embrionale, essendo mancate fino ad ora delle ricerche faunistiche sistematiche. È abbastanza naturale del resto che lo studio topografico preceda quello biologico; ma ormai il primo è a tal punto, che potrebbesi iniziare con utilità e con speranza di buoni risultati il secondo.

I rappresentanti più comuni della fauna troglóxena (F e r u g l i o, *Biospeleologia*, p. 20) sono i chiroteri rappresentati da varie specie: *Vesperugo serotinus* Schreb. (in quantità enorme a *Robic*); *Rhinolophus ferrumequinum* Schr. (*Foràn di Landri*); *Rh. hipposideros* Dechst. (*Villanova, Robic*, — sempre, come anche la specie precedente, si trovano individui isolati); *Miniopterus Schreibeisii* Natt. (*Taipana, San Giovanni d'Antro, Foran des Aganis, Voragine delle Reg. Pocevalo*, — di solito in colonie numerose).

Queste, citate, le specie determinate; ma in altre grotte (*Veleniza*, *Canal di Grivò*, il *Landri di Forame*, *Ta-pot-korito*, *Ciase de lis Aganis*) furono osservati chiroterri che non poterono esser catturati e determinati.

Presso la bocca della caverna si ricoverano talora degli uccelli, che vi nidificano (colombi selvatici al *Foran di Landri*), e più di rado anfibi. Nell' interno della grotta di *Canal di Grivò* raccolsi la *Salamandra maculosa* Laur.; la stessa specie fu trovata in fondo alla voragine *Za-krusije* ove vivevano pure alcuni esemplari di *Rana temporaria* L.

Pure alla fauna troglomena appartengono alcune farfalle notturne (*Taipana*, *Foran des Aganis* e del *Landri*); certi gamberi (*Astacus fluviatilis* L.) che vivono nel ruscello del *Foran di Medano*, nel tratto fra l' ingresso e la sala; e alcuni molluschi (*Zonites*) che si trovano più o meno in tutte le grotte, rappresentati dalle conchiglie, spesso portate dalle acque (*Gr. Corona*, *Villanova*, ecc.).

Probabilmente importato dall' esterno è un lombrico (*Trocheta subviridis* Dutrochet) del quale rinvenni numerosi individui nel limo presso il terzo stagno nella grotta di *Vedronza*, ove costruisce i rigetti caratteristici dei lombrici; e provenienza dall' esterno deve pure avere avuto una sanguisuga che osservai nella saletta L della *Tasajama*.

Sono trogloterri i ragni che albergano presso gli ingressi di quasi tutte le grotte, e fra essi vanno notati *Meta Merianae*, *M. Menardi*, del *Foran des Aganis*; *M. Menardi* e *Pholcus phalangoides* di *S. Giovanni d' Antro*; *Tegenaria campestris* e *Nesticus cellulanus* Clerk. della cavità del *M. Roba*; il *Pholcus opilionoides* di *Villanova*, e il *Nest. cellulanus* della grotta *Corona*. Pure trogloterri sono i due ortoterri *Troglophilus cavicola* Kollar, e *Tr. neglectus* Kraus dei quali non manca mai qualche esemplare nella regione della grotta ove può arrivare la luce dell' esterno; a *Canal di Grivò* fu trovato pure il *Gryllus domesticus* L.

Di coleotteri fu fatta scarsa raccolta, e non saprei citare che *Sphodrus Schmidtii* Mill. della *Masariate inferiore* e *Prystonycus elegans* Dej. di *Villanova*.

Però i più interessanti animali, veri troglobi, sono i cro-

stacei isopodi, dei quali furono rinvenuti esemplari in varie caverne: a *Villanova*, nei ruscelli dopo il terzo salto, nel *For-nat di Meduno* nella galleria finale, nella *Ciase de lis Aganis*, nella *grotta di Robic*, nella *Pre-Oreak*, nella *Ciastita*. Tutti sono animali esili, bianchi, quasi trasparenti; alcuni sono ritenuti dal Lorenzi del genere *Trichoniscus*; ma il loro studio è quasi completamente da fare. Fu determinato genericamente un *Titanethes* di *Robic*, ed un'altra specie, che si raccoglie in discreto numero di esemplari nell'acqua di una sorgente nella *Pre-Oreak*, fu oggetto di studio accurato, prima da parte del dott. Feruglio che lo determinò come *Spelaeosphaeroma Julium* (Feruglio G., *Spelaeosphaeroma Julium*), poi dall'Alzona e dal Racovitzza il quale ultimo rettificò la determinazione del Feruglio, e ne fece una varietà (*Julia* Fer.) della *Monolistra coeca* (Racovitzza E. G., *Sphéromiens*, pag. 719).

BIBLIOGRAFIA SPELEOLOGICA FRIULANA

AVVERTENZA. — Tra parentesi è indicata l'abbreviazione, con la quale ciascuna opera è citata nel corso della memoria.

- A. C. — (*Escursione*), *Escursione del Circolo Speleologico ed Idrologico* [in un quotidiano di Udine].
- A. L. — (*Nuova esplorazione*), *Nuova esplorazione della grotta di Villanova*, « Mondo sotterraneo », I, 1904-05, n. 2-6.
- ANTONINI (L.). — (*Viscere tenebrose*), *Le viscere tenebrose del nostro Friuli*, « Giornale di Udine », 1904, n. 38-44.
- ARMELLINI (G.). — (*Grotta del Vescovo*), *La grotta del Vescovo*, « Strenna friulana », 1855, pag. 99-103.
- BEARZI (G.). — (*Al M. Turiet*), *Una spedizione al M. Turiet*, « Patria del Friuli », 14 aprile 1899.
- (*Escursione*), *Escursione Maniago-Longarone-Vittorio*, « In Alto », II, 1891, pag. 14.
- BIDOLI (G. L.). — (*Turiet-Selvagg*), *Le voragini del monte Turiet-Selvagg*, « Pag. Friulane », XI, 1899, pag. 198.
- BRAZZÀ (G. SAVORGNA DI). — (*Studi alpini*), *Studi alpini nella Valle di Raccolana*, « Boll. Soc. Geogr. Ital. », 1883.
- BUBBA (G.). — (*Fenomeni carsici*), *Fenomeni carsici a Merso di sotto*, « Mondo sotterraneo », IV, 1907-08, pag. 77.
- CICONI (G. D.). — (*Udine*), *Udine e sua provincia*, Udine, 1862.
- CLEVA (G.). — (*Leggenda*), *Una leggenda sfatata*, « Il Lavoratore Friulano », Udine, 6 luglio 1913.
- (*Verzegnis*), *Le « ricolis » del Verzegnis*, « Mondo sotterraneo », IX, 1913, pag. 72.
- COPPADOBO (A.). — (*Ancora Villanova*), *Ancora della grotta di Villanova*, « In Alto », Anno X, 1899, pag. 84-85.
- (*Cansiglio*), *Contributo allo studio dei fenomeni carsici dell'altopiano del Cansiglio*, « In Alto », 1903, pag. 19-23.
- (*Fornât*), *Il Fornât; grotta nelle vicinanze di Meduno*, « In Alto », 1903, n. 4.
- (*Masariate*), *Le due Masariate*, « In Alto », 1899, pag. 24-25.

- COPPADORO (A). — (*Rio Negro*), *Il Fontanòn di Rio Negro*, « In Alto », 1900, pag. 17-19.
- (*Un'altra Visita*), *Un'altra visita alla grotta di Villanova*, « In Alto », X, 1899, pag. 41-42.
- D. A. G. — (*Sloveni*), *Gli sloveni del Friuli*, « Pagine Friulane », 1898, n. 8.
- D'AGOSTINI (L.). — (*Clautane*), *Nelle Prealpi Clautane*, « In Alto », 1900, pag. 2.
- DALLA TORRE (F.). — *De Colonia Foro-Juliansi*, Roma, 1700.
- DE GASPERI (G. B.). — (*Alcune grotte*), *Visite ad alcune grotte*, « Mondo sotterraneo », IV, 1907-08, pag. 120.
- (*Alpinismo sotterraneo*), *Alpinismo sotterraneo*, « Bollett. Sezione Fiorent. del C. A. I. », 1912, n. 6.
- (*Buse da l'Ors*), *La Buse da l'Ors*, « Mondo sotterraneo », V, 1908-09, pag. 129.
- (*Canìn*), *Fenomeni carsici del Monte Canìn (Alpi Giulie)*, « Mondo sotterraneo », X, 1914, n. 4-6.
- (*Catalogo*), *Catalogo delle Grotte e Voragini del Friuli*, « Mondo sotterraneo », VII, 1910-11.
- (*Ciase de lis Aganis. I e II*), *La Ciase de lis Aganis. Prima e seconda nota*, « Mondo sotterraneo », V, 1908-09, pag. 113; VI, 1909-10, pag. 97.
- (*Corona*), *Grotta Corona*, « Mondo sotterraneo », V, 1908-09, pag. 128.
- (*Cret dal Landri*), *Cret dal Landri*, « Mondo sotterraneo », V, 1908-09, pag. 94.
- (*Dintorni di Cividale*), *Descrizione geologica dei dintorni di Cividale del Friuli*, « Bull. Assoc. Agraria Friulana », 1909.
- (*Doline alluvionali*), *Doline alluvionali nell'anfiteatro morenico del Tagliamento*, « Mondo sotterraneo », IX, 1913-1914, pag. 45-68.
- (*Fontanòn dal Toff*), *Il Fontanon dal Toff*, « Mondo sotterraneo », VI, 1909-10, pag. 22.
- (*Foràn di Landri*), *Il Foràn di Landri presso Prestento*, « Mondo sotterraneo », VI, 1909-10, n. 3-4.
- (*Fornàt*), *Il Fornàt*, « Mondo sotterraneo », V, 1908-09, pag. 130.
- (*Fornàt di Meduno*), *Il Fornàt di Meduno*, « Mondo sotterraneo », VI, 1909-10, pag. 13.
- (*Grotta di Vedronza*), *La grotta di Vedronza*, « Mondo sotterraneo », V, 1908-09, n. 3-5.
- (*Grotta di Villanova*), *Grotta di Villanova*, « Mondo sotterraneo », VIII, 1912, pag. 22.

- DE GASPERI (G. B.). — (*Grotta presso S. Pietro*), *Grotta presso S. Pietro al Natisono*, « *Mondo sotterraneo* » VI, 1909-10, pag. 73.
- (*Grotte e voragini*), *Grotte e voragini del Friuli*, « *Rivista Geograf. Italiana* », 1911, fasc. VIII.
- (*Gulo luscus*), *Un nuovo reperto del Gulo luscus Linn. in Italia*, « *Archivio per l'Antrop. e l'Etnol.* », 1912, fasc. I.
- (*Invillino*), *Grotticella di Invillino*, « *Mondo sotterraneo* », VIII, 1912, pag. 23.
- (*La grotta più lunga*), *La grotta più lunga d' Italia*, « *Boll. Sez. Fiorent. del C. A. I.* », 1912, n. 2. Riportato anche nella « *Riv. Mensile del C. A. I.* », dello stesso anno.
- (*La grotta Pre-Oreak*), *La grotta Pre-Oreak*, « *Mondo sotterraneo* », VIII, 1912, n. 1.
- (*M. Corbolàn*), *Caverna del M. Corbolàn*, « *Mondo sotterraneo* », VI, 1909-10, pag. 34.
- (*Prestento*), *Grotte di Prestento*, « *Mondo sotterraneo* », III, 1906-07, pag. 120.
- (*Pro-Reak*), *Grotta Pro-Reak*, « *Mondo sotterraneo* », VII, 1910-11, pag. 41.
- (*Resti di mammiferi*), *Resti di mammiferi rinvenuti nella grotta di Viganti*, « *Mondo sotterraneo* », VIII, 1912, n. 4.
- (*Robic*), *Grotta di Robic*, « *Mondo sotterraneo* », V, 1908-09, pag. 39.
- (*Ta-pot Korito*), *La grotta Ta-pot-Korito. Altipiano del Bernadia*, « *Mondo sotterraneo* », VII, 1910-11, pag. 60-64.
- (*Valle di Prestento*), *Fenomeni carsici della Valle di Prestento*, « *Mondo sotterraneo* », X, 1914, pag. 45.
- (*Vedronza*), *Grotta di Vedronza*, « *Mondo sotterraneo* », V, 1908-09, pag. 38; VII, 1910-11, pag. 41.
- (*Viganti*), *La grotta di Viganti*, « *Mondo sotterraneo* », VIII, 1912, pag. 54.
- (*Viganti e Villanova*), *Grotte di Viganti e Villanova*, « *Mondo sotterraneo* », VII, 1910-11, pag. 41.
- DE GASPERI (G. B.) e FERUGLIO (G.): — (*Cansiglio*), *L'altipiano del Cansiglio. Contributo allo studio dei suoi fenomeni carsici*. « *Mondo sotterraneo* », VI, 1909-1910, pag. 41-59.
- DESIO (A.). — (*Buse dal Diàul*), *La « Buse dal Diàul » presso Castel del Monte*, « *Mondo sotterraneo* », X, 1914, pag. 95.
- FABIANI (R.). — (*Velika Jama*), *Nuovi resti di Vertebrati scoperti nella Velika Jama in Friuli*, « *Mondo sotterraneo* », VIII, 1912, n. 1-2.

- FERUGLIO (E.). — (*Buja*), *Una grotticella nel conglomerato quaternario a Buja*, « *Mondo sotterraneo* », X, 1914, pag. 46.
- (*Ciondar des Paganis*), *Il « Ciondar des Paganis », caverna neolitica presso Faedis*, inedito.
- (*Contributo*), *Contributo allo studio dei fenomeni carsici nelle Prealpi Carniche*, « *Mondo sotterraneo* », X, 1914, pag. 79.
- (*Cosa ed Arzino*), *Alcune piccole grotte nelle valli dei torrenti Cosa ed Arzino*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, pag. 131.
- (*Erbezzo e Alto Judrio*), *Fenomeni carsici nei bacini dell'Erbezzo e dell'Alto Judrio*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, n. 1.
- (*Fontanòn del Cosa*), *Il Fontanòn del Cosa, Grotta presso il Fontanòn del Cosa*, « *Mondo sotterraneo* », 1912, pag. 97.
- (*Fontanòn de Siere*), *Il Fontanòn de Siere*, « *Mondo sotterraneo* », 1912, pag. 127.
- (*Fornat*), *Grotta del Fornat*, « *Mondo sotterraneo* », 1912, pag. 26.
- (*Mala Peč*), *Grotta Mala Peč*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, n. 1.
- (*Monte Musi*), *Nuove cavità carsiche nella catena del monte Musi*, « *Mondo sotterraneo* », X, 1914, pag. 96.
- (*Pod-Ronch*), *La Grotta Pod-Ronch*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, n. 1.
- (*Pozzo con neve*), *Pozzo con neve nella catena del monte Musi*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, pag. 97.
- (*Prealpi del Torre*), *Escursioni speleologiche nelle Prealpi del Torre*, « *Mondo sotterraneo* », X, 1914, pag. 97.
- (*Resia*), *Grotte di Val di Resia*, « *Mondo sotterraneo* », VIII, 1912, pag. 125.
- (*Valle dell'Alberone*), *Fenomeni carsici nella Valle dell'Alberone*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, n. 4.
- (*Vedronza*), *Grotta di Vedronza*, « *Mondo sotterraneo* », VIII, 1912, pag. 125.
- (*Veleniza*), *Grotta Veleniza*, « *Mondo sotterraneo* », 1913, pag. 73.
- FERUGLIO (G.). — (*Biospeleologia*), *Note di Biospeleologia*, « *Mondo sotterraneo* » IV, 1908.
- (*Lis Aganis*), *Visita alla grotta « de Lis Aganis »*, « *Mondo sotterraneo* », III, 1906-07, pag. 130.
- (*Spelaeosphaeroma Julium*), *Lo « Spelaeosphaeroma Julium », nuovo crostaceo isopode cavernicolo*, « *Mondo sotterraneo* », I, 1904.
- (*Ta-pot-celan*), *La Tu-pot-celan Jama*, « *Mondo sotterraneo* », II, 1905-06, pag. 36-40.

- FLORA (F.). — (*Pala Fontana*), *Pala Fontana*, « In Alto », XVII, 1906, pag. 72.
- FRATINI (F.). — (*Cansiglio*), *Le grotte del Cansiglio in relazione con le sorgenti del Livenza e del Meschio*, « Patria del Friuli », 8 luglio 1904.
- (*Grotta di Prato*), *Una visita alla grotta di Prato Carnico*, « Mondo sotterraneo », III, 1906-07, pag. 129.
- (*Ragogna*), *Sul monte di Ragogna. Interessante esperimento sull'acqua di due sorgenti*, « Patria del Friuli », 10 giugno 1913.
- (*Ricerche preliminari*), *Ricerche preliminari al « Buso de la Lume »*, Relazione manoscritta, fra gli Atti del Circolo Speleologico ed Idrologico Friulano.
- G. B. D. G. — (*Grotta di Villanova*), *Grotta di Villanova*, « Mondo sotterraneo », VII, 1910-11, pag. 42.
- (*Postoncic*), *Grotta a nord del Postoncic*, « Mondo sotterraneo », VIII, 1912, pag. 23.
- G. G. — (*S. Giovanni in Antro*), *Le iscrizioni di S. Giovanni in Antro*, « Pagine Friulane », 1893, n. 11.
- GIRARDI (G.). — (*Storia fisica*), *Storia fisica del Friuli*, vol. 3, S. Vito al Tagliamento, 1841-42.
- GORTANI (L.). — (*Usi, costumi*), *Usi, costumi, leggende e tradizioni*, « Guida della Carnia », 1898, pag. 114.
- GORTANI (M.). — (*Alcune grotte*), *Appunti su alcune grotte e voragini della Carnia*, « Mondo sotterraneo », VIII, 1912, pag. 117.
- (*Grotta Corona*), *La Grotta Corona sul m. Faeit*, « Riv. Ital. di Speleologia », I, 1903, fasc. 3.º.
- (*Mammiferi*), *Avanzi di mammiferi rinvenuti in alcune grotte friulane*, « Mondo sotterraneo », V, 1908-09, n. 1-2.
- LAZZARINI (A.). — (*Antro*), *Castelli friulani. Antro*, « Giornale di Udine », 1897, n. 163, 169, 175.
- (*Bernadia*), *L'altipiano carsico del Bernadia*, « Mondo sotterraneo », II, 1905-06, pag. 13.
- (*Borgnano*), *La grotta di Borgnano presso Medea*, « In Alto », IX, 1898, pag. 37-38.
- (*Cansiglio*), *L'esplorazione delle voragini del Cansiglio*, « Mondo sotterraneo », I, 1904-05, n. 2.
- (*Caverna di Osoppo*), *La caverna di Osoppo*, « Pag. Friulane », XI, 1898, n. 7.
- (*Cerconizza*), *Rupa Cerconizza. Un raffronto*, « Mondo sotterraneo », I, 1904-05, pag. 56.
- (*Ciastita*), *Visita alla Ciastita Jama*, « Mondo sotterraneo », II, 1905-06, pag. 40.

- LAZZARINI (A.). — (*Dintorni di Socchieve*), *Alcuni fenomeni carsici dei dintorni di Socchieve*, « In Alto », 1899, pag. 40.
- (*Due grotte*), *Due grotte friulane*, « In Alto », XIII, 1902, pag. 20-22.
- (*Grotte di Timau*), *Le grotte di Timau*, « In Alto », XIV, 1903, n. 3-4.
- (*Grotte friulane nella storia*), *Le grotte friulane nella storia e nella leggenda*, « Patria del Friuli », 23 novembre 1907.
- (*Lanco*), *Gli avanzi preromani di Lanco*, « Pagine Friulane », 1900, pag. 72.
- (*Leggenda di Villanova*), *La leggenda della Grotta di Villanova*, « Pagine Friulane », 1897, n. 2.
- (*Pro-Reak*), *Il sifone terminale della Pro-Reak*, « Mondo sotterraneo », IV, 1907-08, pag. 107.
- (*S. Giovanni*), *Grotta di S. Giovanni d'Antro*, « Mondo sotterraneo », II, 1905-06, pag. 115; III, 1906-07, pag. 32.
- (*Sprofondamento*), *Il fenomeno dello sprofondamento delle acque sotterranee nella Regione Friulana*, « Mondo sotterraneo », III, 1906-07, pag. 5-10.
- LEICHT (M.). — (*Antro*), *La Gastaldia d'Antro*, « Memorie Storiche Forogiuliesi », 1911, n. 2-3.
- (*S. Giovanni*), *S. Giovanni in Antro*, « Ateneo Veneto », 1882, pag. 86-95.
- LESKOVIC (S.). — (*Villanova*), *La grotta di Villanova*, « In Alto », III, 1892, pag. 68-69.
- LORENZI (A.). — (*Conglomerati messiniani*), *Fenomeni analoghi a quelli carsici nei conglomerati messiniani di Ragogna e Sussans nel Friuli*, « In Alto », 1903, n. 1.
- (*Foranis*), *Lis Foranis*, « Mondo sotterraneo », II, 1905-06, pag. 21-29.
- M. F. — (*Bernadia*), *Esplorazione di alcune grotte di Bernadia*, « Mondo sotterraneo », II, 1905-06, pag. 73.
- MANTICA (C.). — (*Rio Negro*), *Al fontanon del Rio Negro*, « In Alto », VI, 1895, pag. 85.
- MARCHESETTI (C.). — (*F. Isonzo*), *Sull' antico corso del F. Isonzo*, « Atti del Museo Civico di St. Nat. di Trieste », VIII, Trieste, 1890.
- (*S. Lucia*), *Scavi nella necropoli di S. Lucia*, Trieste, 1893.
- MARINELLI (G.). — (*Ancora tre giorni*), *Ancora tre giorni nei paraggi del M. Canin*, « In Alto », V., 1894, pag. 84-92.
- (*Annuario*), *Annuario statistico per la provincia di Udine*, I, Seitz, 1876, pag. 65-66.

- MARINELLI (G.). — (3.^o Annuario), *Annuario statistico per la provincia di Udine*, anno III, 1881, pag. 61.
- (*Carnia*), *Guida della Carnia*, Firenze, Ricci, 1898.
- (*Materiali*), *Materiali per l'altimetria italiana*, « *Cosmos* », 1877, pag. 241-272.
- (*Nomi, limiti e divisioni*), *Le Alpi Carniche. Nomi limiti e divisioni nella storia e nella scienza*, « *Boll. del C. A. I.* », n. 54, vol. XXI, 1887.
- (*Rilievi altimetrici*), *Rilievi altimetrici praticati mediante il barometro nei bacini del Tagliamento e del Piave*, « *Annali R. Istit. Tecnico di Udine* », 1874, pag. 95-146.
- (*Sorgenti del Livenza*), *Una visita alle sorgenti del Livenza e al bosco del Cansiglio, e mia scesa al Cimon della Palantina (M. Cavallo)*, « *Boll. del C. A. I.* », n. 29, 1877.
- MARINELLI (O.). — (*Buse dai Pagans*), *La « buse dai pagans » di Majaso*, « *In Alto* », VIII, 1897, pag. 84-85.
- (*Depositi morenici*), *Ancora sopra i depositi morenici del versante settentrionale del M. Ciampòn*, « *In Alto* », 1896, pag. 20-21.
- (*Dintorni di Tarcento*), *Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nei dintorni di Tarcento*, « *In Alto* », 1897, pag. 8, 22, 35, 49.
- (*Faedis*), *Escursione nei dintorni di Faedis*, « *In Alto* », 1901, pag. 61-63.
- (*Guida*), *Guida delle Prealpi Giulie*, Firenze, 1912.
- (*Matajur*), *Osservazioni varie fatte durante un'escursione al Matajur*, « *In Alto* », XVI, 1905, n. 1.
- (*Pozzi con neve*), *I pozzi con neve del Monte Ciampòn*, « *Mondo sotterraneo* », V, 1908-09, pag. 91.
- (*Prealpi Giulie occidentali*), *Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nelle Prealpi Giulie occidentali*, « *Riv. Geogr. Ital.* », IV, 1897, pag. 385-391.
- (*Studi orografici*), *Studi orografici nelle Alpi Orientali*, « *Memorie Soc. Geogr. Ital.* », 1899.
- MARINONI (C.). — (*Grotta di Ceule*), *La grotta di Ceule*, « *In Alto* », II, 1891, pag. 33-34.
- MARSÒN (L.). — (*Nevai, 1901*), *Nevai di circo, tracce carsiche e glaciali nel gruppo del Cavallo*, « *Atti IV Congr. Geogr. Ital.* », 1901.
- (*Nevai, 1903*), *Nevai di circo e tracce carsiche e glaciali nel gruppo del Cavallo*, « *Boll. Soc. Geogr.* », 1903, pag. 985.
- (*Nevai, 1905*), *Nevai di circo e tracce carsiche e glaciali nel gruppo del Cavallo*, « *Boll. Soc. Geogr.* », 1905, pag. 184-185.

- MARTEL (E. A.). — (*Grotte de Villanova*), *La grotte de Villanova (Frioul)*, « *La Nature* », 16 novembre 1912.
- MICHELETTO (D.). — (*Carnia*), *Grotticelle della Carnia*, « *Mondo sotterraneo* », X, 1914, pag. 46.
- MICOLI (U.). — (*Buse dai Pagans*), *Buse dai Pagans presso Majaso*, « *Mondo sotterraneo* », VII, 1910-11, pag. 87.
- (*R. Filuvigne*), *Grotticella del R. Filuvigne*, « *Mondo sotterraneo* », VII, 1910-11, pag. 87.
- MUSONI (F.). — (*Due voragini*), *Esplorazione di due voragini*, « *Mondo sotterraneo* », III, 1906-07, pag. 106.
- (*Grandi doline*), *Una plaga a grandi doline nell'eocene della valle dell'Alberone*, « *Mondo sotterraneo* », VI, 1909-10, pag. 115.
- (*Jainich*), *Fenomeni carsici sopra Jainich*, « *Mondo sotterraneo* », VI, 1907-08, pag. 36-37.
- (*Mersino*), *Fenomeni carsici sopra Mersino*, « *Mondo sotterraneo* », V, 1908-09, pag. 35.
- (*M. Hum*), *Una voragine sul M. Hum*, « *Mondo sotterraneo* », V, 1908-09, pag. 37.
- (*Una voragine nel conglomerato*), *Una voragine nel conglomerato pseudocretaceo in valle del Natisone*, « *Mondo sotterraneo* », VI, 1909-10, pag. 117.
- (*Veleniza*), *La grotta Veleniza presso Zamier*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, pag. 10.
- (*Velika*), *La Velika Jama*, « *Mondo sotterraneo* », I, 1904-05, n. 3 e 5.
- (*Voragine-grotta*), *Una voragine-grotta nei pressi di Tarpezzo*, « *Mondo sotterraneo* », VI, 1909-10, pag. 117.
- NALLINO (G.). — (*Analisi chimica*), *Analisi chimica del guano di pipistrelli raccolto nella grotta di S. Giovanni d'Antro*, « *In Alto* », 1898, pag. 48.
- OSTERMANN (V.). — (*S. Giovanni*), *Leggenda di S. Giovanni in Antro*, « *Pagine Friulane* », 1890, n. 12.
- PIACENTINI (G.). — (*Fornât*), *Primo scavo eseguito nella Grotta del Fornat in Canal di Grivò*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, pag. 96.
- (*Pot-Figouzo*), *Alla grotta Pot-Figouzo*, « *Mondo sotterraneo* », IX, 1913, pag. 45.
- (*Pre-oreach*), *Grotta Pre-oreach*, « *Mondo sotterraneo* », VIII, 1912, pag. 123; IX, 1913, pag. 18.
- (*Valcellina*), *Fenomeni d'erosione e cavità carsiche in Val Cellina*, « *Mondo sotterraneo* », X, 1914, nn. 1-3.

- PIACENTINI (G.). — (*Taipana*), *Grotta di Taipana*, « Mondo sotterraneo », VIII, 1912, nn. 5-6.
- (*Ta-pot-Figouzo*), *Scavi nella grotta « Ta-pot-Figouzo »*, « Mondo sotterraneo », IX, 1913, pag. 69.
- PIRONA (G. A.). — (*Provincia di Udine*), *La provincia di Udine sotto l'aspetto storico naturale*, « Cronaca del R. Ginnasio Liceo J. Stellini », Udine, 1875-76.
- POGNICI (L.). — (*Spilimbergo*), *Guida di Spilimbergo e suo distretto*, Pordenone, Gatti, 1872.
- RACOVITZA (E. G.). — (*Sphéromiens*), *Sphéromiens (Prem. Série), et révision des Monolistrini*, « Arch. de Zool. Expér. » Paris 1910.
- SORAVIA (R.). — (*Il Cansiglio*), *Il Cansiglio. Foresta demaniale inalienabile del Veneto*, « Nuova rivista forestale », Firenze, 1879, anno II, disp. VI.
- TELLINI (A.). — (*Peregrinazioni*), *Peregrinazioni speleologiche in Friuli*, « In Alto », X, 1899, pag. 5, 18, 36, 52.
- TRINCO (G.). — (*Guida*), *Le valli dell'Aborna, del Cosizza e dell'Erbezzo*, in « Guida delle Prealpi Giulie », Firenze, 1912.
- TROGLOPHILUS. — (*La grotta più lunga*), *La grotta più lunga d'Italia*, « Patria del Friuli », 9 gennaio 1912.
- (*Una nuova esplorazione*), *Una nuova esplorazione nella grotta di Villanova*, « Patria del Friuli », 15 settembre 1911.
- (*Villanova*), *Nella grotta di Villanova*, « Patria del Friuli », 1° maggio 1911.
- (*Vita sotterranea*), *Ventitrè ore di vita sotterranea*, « Patria del Friuli », 10 settembre 1910.
- VALVASONE DI MANIAGO (G.). — *Descrizione di città e terre grosse del Friuli*, manoscritto alla Bibl. Com. di Udine.
- VENERIO (G.). — (*Osservazioni meteorologiche*), *Osservazioni meteorologiche fatte in Udine nel Friuli pel quarantennio 1803-1842*, Udine, 1851.
- X. — (*Barmàn*), *Grotta di Barmàn*, « Mondo sotterraneo », III, 1906-07, pag. 31.
- X. — *La grotta rosea di Borgnano*, « Corriere di Gorizia », XII, 1894, n. 37.
- X. — *Le cento città d'Italia: Cividale*, Milano, Sonzogno, 1892, disp. 71.
- X. — *Scoperta di una grotta*, « Corriere di Gorizia », XII, 1894, n. 33.

ELENCO DELLE OPERE CITATE NEL PRESENTE STUDIO

A) Relative a grotte italiane.

- ARGENTIER (A.). — (*Aoste*), *D' Aoste a Pré-S.t-Didier et Courmayeur*, « Boll. Club Alp. Italiano », 1866, pag. 68.
- BATTELLI. — (*Monti Versigliesi*), *Due giorni di escursioni nei monti Versigliesi*, Firenze, 1877.
- BARETTI (M.). — (*Caverna ghiacciaia*), *Una caverna ghiacciaia*, « L'Alpinista », 1874, pag. 92-93.
- BENSA (P.). — (*Grotte Appennino Ligure*), *Le grotte dell' Appennino Ligure e delle Alpi Marittime*, « Boll. Club Alp. Italiano », 1900.
- BIASUTTI (R.). — (*Nomenclatura*), *Sulla nomenclatura relativa ai fenomeni carsici*, « Riv. Geogr. Ital. », 1916, fasc. I.
- BOEGAN (E.). — (*Aurisina*), *Le sorgenti d' Aurisina*, « Alpi Giulie », X, 1905, XI, 1906.
- (*Speleologia*), *Speleologia*, « Guida dei dintorni di Trieste », 1910.
- CACCIAMALI (G. B.). — (*Cariàdeghe*), *Cariàdeghe*, « Bollett. Sezione di Brescia del Club Alp. Italiano », 1896.
- CAPEDER (G.). — (*Grotta di Nettuno*), *Le colonne scalariformi e le pozze a scagioni nella grotta di Nettuno al Capo Caccia (Sardegna)*, « Boll. Soc. Geol. Italiana », 1904, pag. 362-370.
- CATINELLI (C.). — (*Timavo*), *Sull' identità dell' antico coll' odierno Timavo*, Trieste, 1830.
- CATULLO (T. A.). — (*Province Venete*), *Sulle Caverne delle Province Venete*, Venezia, Antonelli, 1844.
- CERMENATI (M.). — (*Moncodeno*), *La ghiacciaia di Moncodeno*, « Riv. mensile del Club Alp. Italiano », 1899, pag. 55.
- DAL PIAZ (G.). — (*Grotte*), *Grotte e fenomeni carsici del Bellunese*, « Memorie Soc. Geogr. Ital. », 1899.
- DA SCHIO (A.). — (*Oliero*), *Una visita alla grotta di Oliero*, « Gazzetta di Venezia » 1875, n. 285.

- DE GASPERI (G. B.). — (*Ancora sulla Calvana*), *Ancora sulla Calvana e sui suoi fenomeni carsici*, « Boll. Sez. Fiorentina del C. A. I. », 1913, n. 6.
- (*Calvana*), *Fenomeni carsici della Calvana*, « Boll. Sez. Fior. del Club Alp. Italiano », 1911, n. 4.
- (*Cavallone*), *Le grotte del Cavallone e del Bove nel gruppo della Majella*, « Riv. Abruzzese », 1913.
- (*Gessi di M. Mauro*), *Appunti sui fenomeni carsici nei gessi di M. Mauro*, « Riv. Geogr. Ital. », 1912.
- (*Majella*), *Appunti sulle abitazioni temporanee della Majella*, « Bull. della Soc. di Etnogr. Ital. », 1913.
- (*Termini dialettali Bellunesi*), *Termini geografici dialettali delle Prealpi Bellunesi*, « In alto », 1913.
- ISSEI (A.). — (*Caverne d'Italia*), *Sulla convenienza di promuovere l'esplorazione delle caverne d'Italia sotto l'aspetto della topografia, della idrografia sotterranea e della zoologia*, « Boll. Soc. Geogr. Ital. », agosto-settembre 1892.
- (*Geologia*), *Compendio di Geologia*. Torino, 1896.
- LA MARMORA (A.). — (*Viaggio*), *Voyage en Sardaigne de 1819 à 1825*, Paris 1826.
- LOVISATO (D.). — (*Tiziolo*), *Il Monte di Tiziolo*, « Cronaca liceale, 1877-78 », Catanzaro, 1878.
- MARINELLI (O.). — (*Sicilia*), *Per lo studio delle grotte e dei fenomeni carsici della Sicilia*, « Atti VII Congr. Geogr. Ital. », 1911.
- MOSER (L. C.). — (*Eishöhlen*), *Die Eishöhlen des Tarnowaner und Birnbaumer Waldgebirges*, « Zeitschrift Deutsch. Oesterr. Alp. Verein », 1889, pag. 351.
- NICOLIS (E.). — (*Circolazione interna*), *Circolazione interna e scaturigini delle acque nel rilievo sedimentare-vulcanico della regione veronese e della finitima*, « Mem. Acc. Verona », 1898.
- (*Idrologia*), *Idrologia del Veneto occidentale; Parte 1.^o. Circolazione interna delle acque nella regione montuosa sedimentare e vulcanica (Gruppi del Baldo, dei Lessini e della Posta-Campobrun); Sunto preventivo*, « Atti R. Ist. Veneto Sc., Lett. ed Arti », 1895-96.
- QUARINA (L.). — (*Garfagnana*), *Appunti di speleologia della Garfagnana*, Castelnuovo Garf., 1910.
- SALINO (F.). — (*Grotte e caverne*), *Grotte e caverne di Mondovì*, Torino, 1877, pag. 5-10.
- (*Mondolé*), *La caverna del Mondolé detta la Ghiacciaia, Territorio di Frabosa (Mondovì)*, « Boll. C. A. I. », 1866, n. 4.

- SQUINABOL (S.). — (*Geografia fisica*), *Cenni di geografia fisica e geologia*, Livorno, Giusti, 1900.
- (*Monti bellunesi*), *Venti giorni sui monti bellunesi*, Livorno, Giusti, 1902.
- TISSI (F.). — (*Franzei*), *La caverna di Franzei nel Monte Alto*, « Riv. Mens. del Club Alp. Italiano », 1896, pag. 387.
- VIGLINO (A.). — (*Alpi Marittime*), *Escursioni e studi preliminari sulle Alpi Marittime*, « Boll. del Club Alp. Italiano », 1897.

B) Relative a grotte straniere.

- ARAGO. — (*Puits artésiens*), *Notice sur les puits artésiens*, « Ann. Bureau des Longitudes », 1835.
- BALCH (E. S.). — (*Ice Caves*), *Ice caves and the cause of subterranean Ice*, « Journal of the Franklin Institute », Philadelphie, 1897.
- BALCH (H. E.). — (*Mendip-Hills*), *Les cavernes et les cours d'eau souterrains des Mendip-Hills*, « Spelunca », Dic. 1904.
- BOYD-DAWKINS. — (*Cave Huting*), *Cave Huting*, Londra, 1874.
- BOUÉ (A.). — (*Géologue*), *Guide du Géologue Voyageur*, Bruxelles, 1836.
- BOULE (M.). — (*Remplissage des cavernes*), *Notes sur le remplissage des cavernes*, « Anthropologie », 1892, pagg. 19-36.
- BROWNE (R.). — *Ice caves of France and Switzerland*, Londra, 1865.
- BRUHNES (J.). — (*Marmites fluviales*), *Marmites fluviales et tourbillons*, « Le Globe », Genève, 1903.
- (*Tactique des tourbillons*), *La tactique des tourbillons*, « Mém. Soc. Fribourg. Sc. Nat. », 1902.
- BUFFON (J. L.). — (*Histoire naturelle*), *Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roy*, Paris, 1749.
- CRAMMER (H.) e SIEGER (R.). — (*Oetscherhöhlen*), *Untersuchungen in den Oetscherhöhlen*, « Globus di Brunswick », maggio 1899.
- CUTTRIS (S. W.). — (*Yorkshire*), *Notes in the caves of Yorkshire*, « Proceed. Yorkshire geolog. and polytec. Soc. », 1897.
- CVIJIĆ (J.). — (*Douboca*), *La grande grotte de Douboca*, « Spelunca », 1895.
- (*Glacières naturelles*), *Les glacières naturelles de Serbie*, « Spelunca », 1896, pag. 64.
- DAUBRÉE (A.). — (*Eaux souterraines*), *Les eaux souterraines à l'époque actuelle*, Paris, 1887.
- (*Géologie expérimentale*), *Études synthétique de Géologie expérimentale*, Paris, 1870.

- DÉCOMBAZ (O.). — (*Royans et Vercors*), *Explorations souterraines dans le Royans et le Vercors*, « Mém. Soc. Spéléol. », décembre 1899.
- DÉGONTIN (N.). — (*Maïca*), *Les grottes à cristaux de gypse de Maïca (Mexique)*, « La Nature », 30 mars 1912, con tre fotografie.
- DE LAPPARENT (A.). — (*Géographie phisique*), *Leçons de géographie physique*, Paris, 1896.
- DE MORTILLET (G.). — *La Préhistorique*, 2 ed., Paris, 1885.
- DOUDOU (E.). — (*Aigrement*), *Les trous qui fument du ravin d'Aigrement*, « Bull. Soc. Belge Géol. », 1902.
- FINOT (E.). — (*Royat*), *Analyse des gaz de la grotte Saint-Mart ou du Chien, à Royat*, « C. R. Associat. franc. », 1876, pag. 336.
- FISCHER (N.). — (*Dobschauer Eishöhle*), « Ann. Club Ungherese dei Carpazi », 1888.
- FOREL (F. A.). — (*Grotte de Fées*), *Visite à la grotte de Fées*, « Bull. Soc. Vaudoise des Sciences Nat. », n. 52, 1865.
- FREUWIRTH (C.). — (*Höhlen*), *Ueber Höhlen*, « Zeitschr. des D. O. A. V. », 1883-85.
- FUGGER (E.). — *Eishöhlen des Untersberges*, Salzburg, 1888.
— *Eishöhlen und Windröhren*, Salzburg, 1890-93.
— (*Schafberg*), *La caverne du Schafberg*, « Spelunca », 1897.
- GRUND (A.). — (*Grundwasser*), *Grundwasser in Karst*, « Mitt. d. k. k. geogr. Gesellsch. in Wien », 1911.
- KANT (E.). — (*Physische Geographie*), *Vorlesungen über physische Geographie*, 1801-02.
- KINAHAN (G. H.). — (*Valleys*), *Valleys and their relations to fissures, fractures and faults*, Londra, 1875.
- KRAUS (F.). — *Höhlenkunde*, Wien, 1894.
- KRENNER (J. A.) — (*Dobschau*), *Die Eishöhles von Dobschau*, Budapest, 1874.
- KRIZ (M.). — (*Mähren*), *Quartärzeit in Mähren*, Steiniz, 1897.
- LYELL (Ch.). — (*Ancienneté de l'homme*), *L'ancienneté de l'homme prouvée par la géologie*, Paris, 1864.
- MARINTSCH (J.). — (*Kačna Jama*), *La Kačna Jama (Istrie)*, « Spelunca », 1896.
- MARTEL (E. A.). — (*Abimes*), *Les Abimes*, Paris, 1894.
— (*10.^e Campagne*), *10.^e Campagne souterraine*, « Mém. Soc. Spéléol. », 1899.
— (*Gouffre de Padirac*), *3.^e exploration du Gouffre de Padirac*, « Mem. Soc. Spéléol. », genn. 1896.
— (*Grotte de la Balme*), *La grotte de la Balme (Isère)*, « Mém. Soc. Spéléol. », n. 19, avril 1899.

- MARTEL (E. A.). — (*Matsesta*), *Sur la source sulfureuse de Matsesta*, « C. R. de l'Acad. des Sc. », Paris, 1904.
- (*XX Siècle*), *La Spéléologie au XX siècle*.
- (*Spéléologie*), *La spéléologie ou science des cavernes*, Paris, 1900.
- (*Tarascon sur Ariège*), *Cavernes de Tarascon-sur-Ariège*, « *Spe-lunca* », dic. 1908.
- MARTEL (E. A.), RAHIR (Ed.) e VAN DEN BROECK (E.). — (*Cavernes et Rivières*), *Les Cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*, Bruxelles, 1909.
- MAZAURIC (F.). — (*Bondène*), *Les cavernes de la Bondène*, « *Spe-lunca* », 1895.
- (*Gard*), *Explorations souterraines dans le Gard*, « *Mém. Soc. Spéol.* », 1899.
- (*Gard, Ardèche et Hérault*), *Explorations souterraines dans le Gard, l'Ardèche et l'Hérault*, « *Mem. Soc. Spéol.* », febr. 1899.
- MAZAURIC (F.) ET CABANÈS (G.). — (*Spélunque de Dions*), *Le spé-lunque de Dions*, « *Mem. Soc. Spéol.* », febr. 1896.
- MOISSAN (H.). — (*Chimie Minérale*), *Traité de Chimie Minérale*, Paris, 1904.
- NEISCHL (J.). — (*Fränkischen Schweiz*). *Die Höhlen [der Fränki-schen Schweiz]*, Nurnberg, 1904.
- (*Franconia*), *Le caverne della Franconia*, recensito in MARTEL (E. A.), *La Spéléologie au XX^e siècle*, II, pag. 199.
- NOULET. — (*Ombrive*), *Étude de l'Ombrive*, « *Archives du musée d'hist. nat. de Toulouse* », 1882.
- PARAT (A.). — (*Cure*), *Les grottes de la Cure*, « *Bull. Soc. des Sciences de l'Yonne* », 1893-95-96.
- PRINZ (W.). — *Les cristallisations des grottes de Belgique*, « *Nouv. Mém. Soc. Belge de Géol.* », Bruxelles, 1908.
- RAYMOND (P.). — (*Ardèche*), *Les gorges de l'Ardèche*, « *La nature* », n. 1043.
- (*Dragonnère*), *Les rivières souterraines de la Dragnonnière et de Midrôï*, « *Mém. Soc. Spéol.* », sett. 1897.
- ROLLIER (G.). — (*Jura Bernois*), *Grottes du Jura Bernois*, « *Bull. Soc. Scienc. Natur.* », Neuchatel, 1892.
- SCHAR (F.). — (*Pilatus*). *Das Mondmilchloch am Pilatus*, « *Jahrb. des Schw. Alpenclub.* », 1894-95, pag. 421-424.
- SCHMERLING. — (*Ossements fossiles*), *Recherches sur les ossements fossiles des cavernes de la province de Liège*, 1833-34.
- SCHMETZLER. — (*Aufgaben*), *Ueber einige Aufgaben der Mitglieder des S. A. C.*, « *Jahrb. des Schw. Alp. Club.* », 1872-73.

- SCHMIDT (A.). — (*Adelsberg*), *Die Grotten und Höhlen von Adelsberg*, ecc. Vienna, 1854.
- SCHWALBE. — *Bibliographie über Eishöhlen*, « Mittheil. der Sect. für Höhlenk. des oesterr. Touristen Club », 1887.
- *Über Eishöhlen*, Berlin, 1886.
- SIEGMETH (C.). — (*Cavernes de Hongrie*), *Notes sur les cavernes de Hongrie*, « Mém. Soc. Spél. », 1898.
- SKORPIL (H. e K.). — *Sources et pertes des eaux en Bulgarie*, « Mém. Soc. Spéléol. », 1838.
- TERLANDEY. — *Eishöhle von Szilicze*, « Petermanns Mitt. », 1893, pag. 283.
- THURY. — (*Glacières naturelles*), *Étude sur les glacières naturelles*, « Biblith. universelle de Genève », 1861.
- VAN DEN BROECK (E.). — (*Furfooz*), *Explorations nouvelles dans le site de Furfooz*, « Bull. Soc. Belge de Géol. », 1900.
- (*Observations nouvelles*), *Découvertes et observations nouvelles faites à Furfooz*. « Bull. Soc. Belge Géol. », 1901.
- VIRÉ (A.). — (*Faune souterraine*), *La Faune souterraine*, « Mém. Soc. Spéléol. », agosto 1896.
- (*Pyrénées souterraines*), *Les Pyrénées souterraines*, « Mém. Soc. Spéléol. », 1898.
- VIRÉ (A.) ET MAHEN (J.). — (*Récherches*), *Récherches de zoologie, de botanique et d'hydrologie souterraines*, « Spelunca », 1902.
- VIRLET D'Aoust. — (*Des cavernes*), *Des cavernes, de leur origine et de leur mode de formation*, « Observateur d'Avesnes », 1836.

INDICE DELLA MEMORIA

Dedica.....	Pag. 5
Capitolo I. — INTRODUZIONE.....	> 7
1. Premessa.....	> 7
2. Lo studio regionale delle grotte in Italia; le Società speleologiche.....	> 8
3. Grotte e voragini.....	> 11
4. Nomenclatura dialettale friulana delle grotte e voragini....	> 13
Capitolo II. — CATALOGO DESCRITTIVO DELLE GROTT E VORAGINI DEL FRIULI.....	> 15
5. Limiti e metodo seguito.....	> 15
6. Le grotte e voragini delle Alpi Giulie Occidentali.....	> 16
7. Grotte e voragini delle Prealpi dell'Judrio.....	> 25
8. Grotte e voragini delle Prealpi del Torre.....	> 41
9. L'altopiano carsico del Bernadia.....	> 69
10. Grotte nei colli terziari e morenici.....	> 87
11. Grotte e voragini delle Alpi Carniche.....	> 87
12. Grotte e voragini delle Prealpi Tramontine.....	> 93
13. Il gruppo Cansiglio-Cavallo e le sue cavità carsiche.....	> 105
Capitolo III. — ORIGINE DELLE GROTT E, MORFOLOGIA SOTTERRANEA, CICLO DI SVILUPPO.....	> 113
14. L'origine delle grotte. La fessurazione delle rocce.....	> 115
15. L'azione meccanica e l'azione chimica nell'allargamento delle fessure.....	> 118
16. L'origine delle voragini.....	> 119
17. Grotte al contatto fra rocce di vario tipo. Gallerie lungo diaclasi.....	> 121
18. Camini e cupole.....	> 125
19. Terrazzamenti lungo le gallerie.....	> 129
20. Marmitte e pozzi.....	> 131
21. Lame rocciose, scanalature verticali e superfici concoidi....	> 135
22. Forme d'erosione dovute all'azione chimica delle acque....	> 136
23. Denudazione; frane.....	> 139
24. Fenomeni di riempimento.....	> 142
25. Depositi di incrostazione.....	> 150
26. Classificazione delle grotte e voragini del Friuli.....	> 159
27. Ciclo di sviluppo delle grotte. La loro età relativa.....	> 163

Capitolo IV. — LE ACQUE NELLE GROTTE.....	Pag. 166
28. Circolazione delle acque nei terreni calcarei.....	» 166
29. Le acque stagnanti. I sifoni.....	» 167
30. Le sorgenti di eccedenza del Barmán.....	» 171
Capitolo V. — METEOROLOGIA SOTTERRANEA.....	» 172
31. Le variazioni di pressione.....	» 172
32. La temperatura dell'aria nelle caverne.....	» 173
33. La distribuzione della temperatura nella grotta di Villanova.....	» 174
34. La temperatura dell'acqua sotterranea.....	» 176
35. La temperatura nelle voragini.....	» 177
36. Grotte fredde.....	» 178
37. Pozzi con neve.....	» 179
38. Ghiacciaie naturali.....	» 180
39. L'aria respirabile.....	» 183
40. Gli spostamenti d'aria.....	» 185
Capitolo VI. — RESTI UMANI, FOSSILI, E FAUNA VIVENTE DELLE GROTTE FRIULANE.....	» 190
41. Resti umani o dell'industria umana.....	» 190
42. Fauna fossile.....	» 191
43. Fauna vivente.....	» 195
BIBLIOGRAFIA.	
Bibliografia speleologica friulana.....	» 199
Elenco bibliografico dei lavori speleologici citati.....	» 208
A) Relativi a grotte italiane.....	» 208
B) Relativi a grotte straniere.....	» 210
FIGURE INTERCALATE NEL TESTO :	
Fig. 1. ^a Fontanon di Coriuda.....	» 18
» 2. ^a Il Fontanon dei Piani. Scala 1:1000.....	» 19
» 3. ^a Pozzo con neve a nord-est del Ric. Brazzà. Scala 1:500.....	» 20
» 4. ^a Pozzo al piede del Bila Pec. Scala 1:500.....	» 21
» 5. ^a Voragine-fessura ad ovest del Bila Pec. Scala 1:500.....	» 21
» 6. ^a Voragine-fessura ad ovest del Bila Pec. Scala 1:500.....	» 22
» 7. ^a Voragine ad est del Cuel des Jarbis. Scala 1:500.....	» 23
» 8. ^a Voragine sotto i ghiacciai del Canin. Scala 1:500.....	» 23
» 9. ^a Grotta con ghiaccio sotto il Foràn del Muss. Scala 1:500.....	» 24
» 10. ^a La grotticella di Gniva. Scala 1:250.....	» 25
» 11. ^a Grotta Tersizza. Scala 1:500.....	» 26
» 12. ^a Il buco del Diavolo. Scala 1:500.....	» 28
» 13. ^a Voragine-grotta presso C. Glava. Scala 1:1000.....	» 28
» 14. ^a Pozzo con neve presso C. Glava Scala 1:250.....	» 29
» 15. ^a La grotta Tu-pot-celan. Scala 1:2000.....	» 30
» 16. ^a La Velika Jama. Scala 1:400.....	» 31
» 17. ^a La Mala Pez. Scala 1:250.....	» 32
» 18. ^a Rupa Cerconizza. Scala 1:400.....	» 33
» 19. ^a Ciastita Jama. Scala 1:1000.....	» 34

Fig. 20. ^a <i>Grotta Pod-Ronch</i> . Scala 1:500	Pag. 35
» 21. ^a <i>Grotta presso S. Pietro al Natissone</i> . Scala 1:250.....	» 36
» 22. ^a <i>Grotta Velenizza</i> . Scala 1:500	» 37
» 23. ^a <i>Rupa Za-Krasije</i> . Scala 1:500	» 38
» 24. ^a <i>La tane de volp di Borgnovo</i> . Scala 1:1000.....	» 38
» 25. ^a <i>Voragine di Purgessimo</i> . Scala 1:500.....	» 40
» 26. ^a <i>Grotta di Barmàn</i> . Scala 1:1000	» 43
» 27. ^a <i>Grotticella di Barmàn</i> . Scala 1:500	» 44
» 28. ^a <i>Il Fontanon di Barmàn</i>	» 45
» 29. ^a <i>Grotta di Robic</i> . Scala 1:2000.....	» 46
» 30. ^a <i>La grotticella di Tanadjamo</i> . Scala 1:1000.....	» 47
» 31. ^a <i>La grotticella di Podjamo</i> . Scala 1:1000.....	» 47
» 32. ^a <i>La grotta di S. Giovanni d'Antro</i> . Scala 1:2000	» 47
» 33. ^a <i>Il Foràn di Landri</i> . Scala 1:1000.....	» 50
» 34. ^a <i>I dintorni del Foràn di Landri e del Foràn des Aganis</i> . Scala 1:25000.....	» 51
» 35. ^a <i>Voragine della regione Pocevalo</i> . Scala 1:250.....	» 52
» 36. ^a <i>Foràn des Aganis</i> . Scala 1:2000.....	» 53
» 37. ^a <i>Grotta di Canal di Grivò</i> . Scala 1:500	» 54
» 38. ^a <i>Le Musarinte</i> . Scala 1:1000	» 55
» 39. ^a <i>La grotta di Taipana</i> . Scala 1:1500	» 55
» 40. ^a <i>La voragine di Stella</i> . Scala 1:1000	» 56
» 41. ^a <i>La grotticella del M. Stella</i> . Scala 1:250.....	» 56
» 42. ^a <i>La Jama di Lusevera</i> . Scala 1:500	» 57
» 43. ^a <i>La grotta Pod-Jama di Lusevera</i> . Scala 1:1000	» 58
» 44. ^a <i>Grotta sotto Tevizòcheciuk</i> . Scala 1:500.....	» 59
» 45. ^a <i>La Taparjama presso Cas. Tasaoròn</i> . Scala 1:500....	» 60
» 46. ^a <i>I pozzi con neve del Ciampòn</i> . Scala 1:400	» 60
» 47. ^a <i>La Spilugne di Aroèz</i> . Scala 1:500.....	» 61
» 48. ^a <i>La Foranate di Montenars</i> . Scala 1:500.....	» 62
» 49. ^a <i>Voragine del Monte dei Bovi</i> . Scala 1:250.....	» 63
» 50. ^a <i>Grotta del Fornèt di Canal di Grivò</i> . Scala 1:250....	» 64
» 51. ^a <i>Le voragini presso Faedis</i> . Scala 1:1000.....	» 64
» 52. ^a <i>La Spilugne di Landri</i> . Scala 1:500.....	» 65
» 53. ^a <i>Il Landri di Forame</i> . Scala 1:500	» 66
» 54. ^a <i>La Jama di Montediprato</i> . Scala 1:1000	» 66
» 55. ^a <i>La grotta di Torlano</i> . Scala 1:500	» 67
» 56. ^a <i>La Buse de l' Ors</i> . Scala 1:250	» 68
» 57. ^a <i>La grotta Pre-oreak</i> . Scala 1:2000.....	» 70
» 58. ^a <i>La grotta di Viganti</i> . Scala 1:1500.....	» 72
» 59. ^a <i>L'ingresso della grotta di Viganti</i>	» 73
» 60. ^a <i>La posizione reciproca delle grotte di Viganti e Preoreak</i> . Scala 1:10000.....	» 74
» 61. ^a <i>La grotta Tapotkorito</i> . Scala 1:750.....	» 76
» 62. ^a <i>I dintorni di Villanova e Viganti</i> . Scala 1:25000.....	» 77

Fig.	63. ^a <i>La grotta di Villanova. Scala 1:2000</i>	Pag. 78
»	64. ^a <i>La storia dell'e esplorazioni nella grotta di Villanova.</i> <i>Scala 1:4000</i>	» 81
»	65. ^a <i>Prima voragine della Pòujak. Scala 1:250</i>	» 83
»	66. ^a <i>Seconda voragine della Pòujak. Scala 1:250</i>	» 84
»	67. ^a <i>La grotta di Vedronza. Scala 1:1500</i>	» 84
»	68. ^a <i>Grotticella sotto la Tapokorito. Scala 1:200</i>	» 86
»	69. ^a <i>La grotta di Crosis. Scala 1:200</i>	» 86
»	70. ^a <i>Caverna del Monte Corbolàn. Scala 1:500</i>	» 89
»	71. ^a <i>Il pozzo d'aur sul Cudl Tarond</i>	» 91
»	72. ^a <i>Grotticella del Crivièll. Scala 1:250</i>	» 92
»	73. ^a <i>Grotticella del R. Filuvigne Scala 1:500</i>	» 93
»	74. ^a <i>La grotta del fontanon di R. Negro. Scala 1:1000</i>	» 94
»	75. ^a <i>La Ricèule di Val. Scala 1:1000</i>	» 95
»	76. ^a <i>Grotta Corona. Scala 1:500</i>	» 96
»	77. ^a <i>I dintorni della Ciase de lis Aganis Scala 1:25000</i>	» 96
»	78. ^a <i>La Ciase de lis Aganis. Scala 1:1000 e 1:2000</i>	» 97
»	79. ^a <i>I dintorni del Fornèt Scala 1:25000</i>	» 99
»	80. ^a <i>Il Fornèt di Meduno Scala 1:750 circa</i>	» 100
»	81. ^a <i>La cascata del fontanon dal Toff</i>	» 101
»	82. ^a <i>Grotta del Fontanòm dal Toff. Scala 1:400 e 1:50000</i>	» 102
»	83. ^a <i>L' Antro scuro. Scala 1:2000</i>	» 102
»	84. ^a <i>Andris di Gercie. Scala 1:1000</i>	» 104
»	85. ^a <i>Busa del Fornèl. Scala 1:1000</i>	» 106
»	86. ^a <i>Buso de la Jazza. Scala 1:500</i>	» 106
»	87. ^a <i>Sperlonga de la Val del Palazzo. Scala 1:600</i>	» 107
»	88. ^a <i>Voragine ad ovest del Palazzo. Scala 1:500</i>	» 108
»	89. ^a <i>Voragine presso Cas. Sciosi Scala 1:800</i>	» 109
»	90. ^a <i>Grotta di Valmanera Scala 1:450 circa</i>	» 109
»	91. ^a <i>Fessura presso Cas. del Conte. Scala 1:600</i>	» 110
»	92. ^a <i>Crepaccio presso i Casoni Pich. Scala 1:500</i>	» 110
»	93. ^a <i>Fessura presso Cas. Filippòn. Scala 1:600</i>	» 111
»	94. ^a <i>L'inghiottitoio presso Cas. Lisandri. Scala 1:600</i>	» 111
»	95. ^a <i>La busa dei cavai. Scala 1:1000</i>	» 112
»	96. ^a <i>Bus de la lume. Pianta Scala 1:500</i>	» 113
»	97. ^a <i>Bus de la lume. Sezioni verticali. Scala 1:1000</i>	» 113
»	98. ^a <i>Grotta di Villanova. Sala F.</i>	» 123
»	99. ^a <i>Grotta Pod-Jana di Lusevera Galleria</i>	» 124
»	100. ^a <i>Voragine-grotta di C. Glava Pozzo</i>	» 125
»	101. ^a <i>Grotta di Barnòn. Galleria</i>	» 126
»	102. ^a <i>Grotta di Villanova. Terrazzamenti</i>	» 130
»	103. ^a <i>Grotta di Villanova. Marmite in serie. Scala 1:500</i> ..	» 132
»	104. ^a <i>Grotta di Viganti. Marmite in cascata. Scala 1:1000</i> ..	» 133
»	105. ^a <i>Grotta di Villanova. Marmite in cascata</i>	» 134
»	106. ^a <i>Scematature verticali nella parete della voragine ad ovest del Bila Pec. Scala 1:30</i>	» 136

Fig. 107. ^a <i>I noduli di selcifero sugli strati affioranti presso la Tarpajama</i>	Pag. 139
» 108. ^a <i>A. Grotta di Villanova. B. Grotta Veleniza. Frane della volta</i>	» 142
» 109. ^a <i>Grotta di Villanova. Frana dal tetto</i>	» 143
» 110. ^a <i>Grotta Veleniza. Stalagmiti di limo</i>	» 146
» 111. ^a <i>I crostoni stalagmitici nella grotta di Villanova</i>	» 155
» 112. ^a <i>Sezioni trasversali della grotta di Vedronza</i>	» 164
» 113. ^a <i>Le tre fasi di attività idrografica della grotta di Villanova</i>	» 165
» 114. ^a <i>Schizzo schematico del funzionamento delle sorgenti di eccedenza del Barmim</i>	» 171
» 115. ^a <i>La distribuzione della temperatura nella grotta di Villanova</i>	» 175

TAVOLE FUORI TESTO.

- I. La Grotta di Villanova : a) Ingresso superiore; b) Ingresso inferiore.
- II. La Grotta di Villanova: a) Corridoio sopra la prima salita; b) Il corridoio delle colonne.
- III. Grotta di Villanova. — Le marmitte dei giganti del corridoio abbandonato dal 5.^o ruscello.
- IV. Fontanòn di Timau (Alpi Carniche)

