

Mondo sotterraneo

RIVISTA ITALIANA

di speleologia e idrologia

PUBBLICAZIONE

del Circolo Speleologico ed Idrologico
Friulano.

Direttore: Prof. F. MUSONI

Redattori: Prof. M. Gortani - Prof. A. Lorenzi - Prof. G. Paoletti

COLLABORATORI:

Almagià prof. Roberto (Univ. di Roma) — *Bertacchi prof. Costmo* (Univ. di Torino) — *Bortolotti prof. Ciro* (R. Istituto Tecnico di Genova) — *Cotamonico prof. Carmelo* (R. Istituto Tecnico di Napoli) — *Dainelli prof. Giotto* (Univers. di Napoli) — *Dal Piaz prof. Giorgio* (Università di Padova) — *Del Campana prof. Domenico* (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — *De Lorenzo prof. Giuseppe* (Univ. di Napoli) — *De Marchi prof. Luigi* (Univ. di Padova) — *Desio dott. Ardito* (Museo Geologico Firenze) — *De Stefani prof. Carlo* (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — *De Toni ing. Lorenzo* (Udine) — *Di Caportacco dott. Lodovico* (Museo Zoologico, Firenze) — *Errera prof. Carlo* (Università di Bologna) — *Feruglio prof. Domenico* (Udine) — *Feruglio dott. Egidio* (Istituto geologico, Cagliari) — *Fossa-Mancini prof. E.* (R. Università di Pisa) — *Martinelli prof. Olinto* (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — *Principi prof. Paolo* (Univ. di Genova) — *Ricchiari prof. Giuseppe* (R. Accademia Scientifico Letteraria di Milano) — *Simonelli prof. Vittorio* (R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Bologna) — *Stegagno prof. Giuseppe* (Ferrara) — *Trabucco prof. Giacomo* (R. Istituto di Studi Superiori, Firenze) — *Vinassa de Regny prof. Paolo* (Univ. di Parma).

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

presso la sede del Circolo Speleologico, R. Istituto Tecnico, Udine

UDINE 1923 - TIP. D. DEL BIANCO & FIGLIO

SOMMARIO

Memorie e relazioni. — *Egidio Feruglio*: L'altipiano carsico del Oiaorléec nel Friuli. — *Ardito Desio*: La Grotta di Castelrosso, (mare di levante).

Vita del Circolo. — Il XXXIV Convegno della Società Alpina Friulana e del Circolo Speleologico. — *Egidio Feruglio*: Una visita alle grotte di Timau. — Voragine del monte Tomba. — La sorgente del «Fornât» a Torreano di Cividale. — *A. Lazzarini*: Una escursione alla grotta di Villanova. — Gruppo di soci esploratori.

Recensioni e annunci bibliografici relativi ad opere di *K. Absolon, J. Komarek, G. Müller, K. Zapletal, J. V. Zeliako*, redatti da *F. Musoni, G. Paoletti* e *I. Trinko*.

PRESIDENZA E CONSIGLIO DIRETTIVO DEL CIRCOLO

Presidente: MUSONI dott. prof. comm. FRANCESCO

Vice-Presidente: Feruglio dott. prof. cav. Domenico

Segretario: Feruglio dott. Egidio

Cassiere: Desio dott. Ardito.

Consiglieri: Cantarutti ing. comm. G. B. — Gortani on. prof. Michele — Paoletti dott. prof. Giulio — Valussi ing. cav. Odorico.

Revisori dei conti: di Caporiacco dott. cav. Lodovico — Sadnig dott. Giovanni.

La Rivista si dà gratuitamente ai soci del Circolo.



MONDO SOTTERRANEO

* Rivista italiana di speleologia e idrologia *

EGIDIO FERUGLIO

L'altipiano carsico del Ciaorlécc nel Friuli.

I. - Introduzione

Premessa. — Gli studi speleologici che hanno avuto in Friuli un così forte incremento grazie in parte all'iniziativa individuale e in buona parte per opera del Circolo Speleologico, sinora furono rivolti per lo più all'illustrazione delle singole cavità (grotte, voragini, ecc.) senza un esame coordinato dell'origine e dell'evoluzione delle forme carsiche in relazione collo sviluppo della morfologia esterna e soprattutto dell'idrografia sotterranea. Un tale esame fu tentato e compiuto da O. MARINELLI, A. LAZZARINI e G. B. DE GASPERI, riguardo all'altipiano del Bernardia, che offre un così vasto sviluppo di cavità sotterranee ormai quasi esaurientemente esplorate ed illustrate; dal TELLINI e da MUSONI per quanto particolarmente concerne la natura e i caratteri delle sorgenti che sgorgano alla base degli altipiani del Mija e del Matajur nella valle del Natisone. Del pari, MARINELLI e più recentemente il GORTANI, studiarono i caratteri e l'origine del « fontanón di Timau », una delle più cospicue polle carsiche del Friuli. Se però consideriamo le Prealpi Carniche, che pure comprendono le aree carsiche più vaste della nostra regione dovute all'ampio sviluppo in superficie dei terreni calcarei fessurati della Creta, gli studi sull'idrografia sotterranea vi mancano quasi del tutto e le esplorazioni speleo-

logiche furono rivolte quasi esclusivamente all'altipiano del Cansiglio; così che riguardo agli altipiani minori anche il materiale speleologico finora raccolto è ristrettissimo.

Tali esplorazioni in ogni modo, anche se eseguite senza un piano preordinato di ricerche, hanno fornito una ricca messe di dati e di osservazioni, come apparisce dall'opera riassuntiva del nostro indimenticabile DE GASPERI sulle grotte e voragini del Friuli: per cui in questo campo, la nostra regione può considerarsi come la meglio illustrata dell'Italia dopo il Carso, altrimenti ben più importante. Questa ricca messe di dati raccolta, allèvierà assai il compito di chi volesse poi procedere ad un esame minuto e sistematico dell'evoluzione e dell'idrografia sotterranea delle singole plaghe carsiche della regione. Tale studio appunto il nostro Circolo ha ora posto a fondamento del suo programma e si propone di perseguire con le future ricerche ed esplorazioni. Come campo di un primo tentativo di studio fu scelto l'altipiano calcareo - cretaceo del Ciaorlécc nelle Prealpi Carniche, il quale tanto per ampiezza di superficie come pel grande sviluppo del carsismo, nella zona fra Piave ed Isonzo viene secondo soltanto, sia pure ad una certa distanza, dopo il massiccio ormai classico del Cansiglio. Le ricerche che vi eseguii nel settembre e nell'ottobre scorsi (1), fruttarono una ricca messe di materiale speleologico affatto nuovo, di cui rendo conto nel presente scritto.

Le esplorazioni furono precedute e accompagnate dal rilevamento geologico di dettaglio dell'altipiano e della zona contermina, che si rivelava indispensabile per lo studio dell'evoluzione morfologica dell'area in esame, ma di esso, per ragioni di economia, non ci è possibile di riportare qui neanche un largo riassunto. Per lo stesso motivo e per mancanza di mezzi adatti, le ricerche dovettero limitarsi allo studio delle forme carsiche superficiali e all'esplorazione delle cavità sotterranee orizzontali; differendo a un altro anno la discesa nelle voragini, alcune delle quali assai profonde,

(1) Devo ringraziare il sig. Valentino Pagura, il cav. Lucchino Lucchini di Spilimbergo e il sig. Lorenzo De Martin per le facilitazioni e l'ospitalità che mi hanno offerte nel corso della mia campagna speleologica.

presenti nell'altipiano. Tale discesa del resto non si rivelava per il momento nè urgente, nè indispensabile, sì che ne potremo prescindere quasi del tutto nelle conclusioni sulle condizioni idrografiche che ricaveremo dal nostro studio.

Per il rilevamento delle forme carsiche esterne e sotterranee mi servii generalmente di una bussola a mano munita di traguardo, e di cordella metrica, salvo in alcuni casi speciali in cui un rilevamento a vista, completato con qualche allineamento alla bussola, si rivelava sufficiente a riprodurre i tratti più caratteristici del fenomeno in istudio. I rilevamenti compiuti sono qui riprodotti quasi tutti alla stessa scala (1 a 200): nelle sezioni ho cercato sempre di riprodurre la disposizione degli strati e le fessurazioni della roccia che hanno un'importanza fondamentale nello sviluppo delle forme carsiche sia interne che esterne.

Le quote altimetriche furono ricavate o desunte per stima dalle carte, ovvero determinate direttamente con l'aneroide, e nei singoli casi ne è indicata la provenienza.

La regione in esame rientra per una piccola parte nelle tavolette al 25 mila (rilevate nel 1910) « Pielungo » e « Tramonti di Sotto » e per una porzione assai maggiore in quelle di « Maniago » e di « Castelnovo del Friuli » del f.º 24 della carta d'Italia. La rappresentazione cartografica del terreno ne è fedelissima, come ho potuto riscontrare io stesso durante la mia permanenza sull'altipiano, almeno compatibilmente con la scala usata e con la minuzia di forme superficiali che si presenta in genere nelle aree carsiche. L'accuratezza del rilevamento topografico e la frequenza delle quote altimetriche hanno facilitato le ricerche di campagna e hanno servito a integrarle nel corso del presente studio, giacchè se la scala adoperata per la tavoletta non è adatta in genere alla rappresentazione delle forme carsiche superficiali, pure per quelle di dimensioni maggiori (doline, vallecole) e per le linee morfologiche più notevoli la rappresentazione delle carte si presta bene anche ad un esame assai minuto.

Limiti e struttura geologica dell'altipiano. — Sotto l'aspetto orografico, l'altipiano del Ciaorlécc si può considerare limitato a sud dalla pianura, a nord del corso longitudinale

logiche furono rivolte quasi esclusivamente all'altipiano del Cansiglio; così che riguardo agli altipiani minori anche il materiale speleologico finora raccolto è ristrettissimo.

Tali esplorazioni in ogni modo, anche se eseguite senza un piano preordinato di ricerche, hanno fornito una ricca messe di dati e di osservazioni, come apparisce dall'opera riassuntiva del nostro indimenticabile DE GASPERI sulle grotte e voragini del Friuli: per cui in questo campo, la nostra regione può considerarsi come la meglio illustrata dell'Italia dopo il Carso, altrimenti ben più importante. Questa ricca messe di dati raccolta, allevierà assai il compito di chi volesse poi procedere ad un esame minuto e sistematico dell'evoluzione e dell'idrografia sotterranea delle singole plaghe carsiche della regione. Tale studio appunto il nostro Circolo ha ora posto a fondamento del suo programma e si propone di perseguire con le future ricerche ed esplorazioni. Come campo di un primo tentativo di studio fu scelto l'altipiano calcareo - cretaceo del Ciaorlécc nelle Prealpi Carniche, il quale tanto per ampiezza di superficie come pel grande sviluppo del carsismo, nella zona fra Piave ed Isonzo viene secondo soltanto, sia pure ad una certa distanza, dopo il massiccio ormai classico del Cansiglio. Le ricerche che vi eseguii nel settembre e nell'ottobre scorsi (¹), fruttarono una ricca messe di materiale speleologico affatto nuovo, di cui rendo conto nel presente scritto.

Le esplorazioni furono precedute e accompagnate dal rilevamento geologico di dettaglio dell'altipiano e della zona contermina, che si rivelava indispensabile per lo studio dell'evoluzione morfologica dell'area in esame, ma di esso, per ragioni di economia, non ci è possibile di riportare qui neanche un largo riassunto. Per lo stesso motivo e per mancanza di mezzi adatti, le ricerche dovettero limitarsi allo studio delle forme carsiche superficiali e all'esplorazione delle cavità sotterranee orizzontali; differendo a un altro anno la discesa nelle voragini, alcune delle quali assai profonde,

(¹) Devo ringraziare il sig. Valentino Pagura, il cav. Lucchino Lucchini di Spilimbergo e il sig. Lorenzo De Martin per le facilitazioni e l'ospitalità che mi hanno offerte nel corso della mia campagna speleologica.

presenti nell'altipiano. Tale discesa del resto non si rivelava per il momento nè urgente, nè indispensabile, sì che ne potremo prescindere quasi del tutto nelle conclusioni sulle condizioni idrografiche che ricaveremo dal nostro studio.

Per il rilevamento delle forme carsiche esterne e sotterranee mi servii generalmente di una bussola a mano munita di traguardo, e di cordella metrica, salvo in alcuni casi speciali in cui un rilevamento a vista, completato con qualche allineamento alla bussola, si rivelava sufficiente a riprodurre i tratti più caratteristici del fenomeno in istudio. I rilevamenti compiuti sono qui riprodotti quasi tutti alla stessa scala (1 a 200): nelle sezioni ho cercato sempre di riprodurre la disposizione degli strati e le fessurazioni della roccia che hanno un'importanza fondamentale nello sviluppo delle forme carsiche sia interne che esterne.

Le quote altimetriche furono ricavate o desunte per stima dalle carte, ovvero determinate direttamente con l'aneroido, e nei singoli casi ne è indicata la provenienza.

La regione in esame rientra per una piccola parte nelle tavolette al 25 mila (rilevate nel 1910) « Pielungo » e « Tramonti di Sotto » e per una porzione assai maggiore in quelle di « Maniago » e di « Castelnovo del Friuli » del f.º 24 della carta d'Italia. La rappresentazione cartografica del terreno ne è fedelissima, come ho potuto riscontrare io stesso durante la mia permanenza sull'altipiano, almeno compatibilmente con la scala usata e con la minuzia di forme superficiali che si presenta in genere nelle aree carsiche. L'accuratezza del rilevamento topografico e la frequenza delle quote altimetriche hanno facilitato le ricerche di campagna e hanno servito a integrarle nel corso del presente studio, giacchè se la scala adoperata per la tavoletta non è adatta in genere alla rappresentazione delle forme carsiche superficiali, pure per quelle di dimensioni maggiori (doline, vallecole) e per le linee morfologiche più notevoli la rappresentazione delle carte si presta bene anche ad un esame assai minuto.

Limiti e struttura geologica dell'altipiano. — Sotto l'aspetto orografico, l'altipiano del Ciaorlécc si può considerare limitato a sud dalla pianura, a nord del corso longitudinale

del torrente Cjarsó e dal suo tributario di sinistra il torrente *la Fóus* (1); a est e a ovest rispettivamente dai torrenti Cosa col R. Secco e Meduna, sino al loro sbocco nel piano. Questo limite coincide però solo parzialmente con l'area propriamente carsica, poichè mentre da un lato esso vi aggrega le due masse terziarie che si affiancano all'altipiano l'una a Meduno e l'altra fra Almadis e Travesio, ne toglie alcuni lembi calcarei dei quali il più esteso è quello disgiunto sulla sinistra della profonda incisione del Cosa, all'angolo di confluenza con R. Molino. Questo frammento di altipiano e il lembo, di gran lunga meno esteso, che è staccato sulla destra del Cjarsó sotto Sghittosa, si riconnettono con la massa del Ciaorlécc e formano con essa un'unità geologica e morfologica. (2)

(1) *Fóus* o *tóos* significa fosso, solco, forra: da nome generico è assunto in alcuni casi a valore di nome specifico nel senso di torrente incassato.

(2) Sulla geologia e morfologia della regione in esame esistono i seguenti lavori:

PIRONA (G. A.) — *Lettere geologiche sul Friuli*. «Annotatore friulano», anno IV. Udine, 10-29 giugno 1856. — TARAMELLI (T.). — *Catalogo ragionato delle rocce del Friuli*. «Memorie della R. Accad. dei Lincei», serie 3, vol. I., 1877. — *Spiegazione della carta geologica del Friuli*, Pavia, 1881.

FUTTERER (K.). — *Die Gliederung der oberen Kreide in Friaul*. «Sitzungsber. der K. preuss. Ak. der Wissensch.», Bd. XL, 1893. — *Durbruchsthäler in der Südalpen*. «Zeitschr. der Gesellsch. für Erdk. zu Berlin», Bd. XXX, 1895. — *Ueber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der Karnischen Voralpen*. «Palaeont. Abhandl. herausgeg. von W. Dames und E. Kayser», Neue Folge, Bd. II, 1896. — MARINELLI (O.) — *La serie cretacea nel Friuli occidentale per il Dott. C. Futterer*, «In Alto», anno IV. Udine, 1895. — *Descrizione geologica dei dintorni di Tarcento*. Firenze, 1902. — DAINELLI (G.) — *L'Eocene friulano*. Firenze, 1914. — *Introduzione allo studio del Cretaceo friulano*. «Atti della Soc. Tosc. di Sc. nat.» vol. XXVI-XXVII, Pisa, 1911. — *La struttura delle Prealpi Friulane*. Firenze, 1921. PARONA (C. F.) — *Per lo studio del Neocretaceo nel Friuli occidentale*. «R. Acc. Scient. di Torino» XLVI, 1911. — STEFANINI (G.) — *Sulla stratigrafia e sulla tettonica dei terreni Miocenici del Friuli*. Pubbl. n. 31 dell'Ufficio Idr. del R. Magistrato alle acque, Venezia, 1911. — *I bacini delta Meduna e del Colvera in Friuli*. Pubbl. n. 20 e 21 dell'Ufficio Idr. Venezia, 1912. — *Il Neogene del Veneto*. «Memorie dell'Istituto Geologico dell'Università di Padova», 1915.

Ai due ultimi lavori dello Stefanini è allegata anche una carta geologica, alla scala di 1 a 75 mila, che comprende buona parte dell'altipiano del Ciaorlécc.

Riferendoci pertanto a questo più esatto limite geologico, l'altipiano risulta avere un contorno quasi ellittico o più propriamente ovale, con l'asse maggiore orientato circa da est a ovest, fra Clauzetto e la gola della Meduna al ponte Racli, e della lunghezza di 12 chilometri; con l'asse minore di 6 kilom., diretto da sud a nord fra Toppo e il Ciarso a Campone. La massa calcarea s'innalza da una base elevata fra 250 e 450 metri sul mare, quasi da ogni lato con erti pendii, ora nudi o soltanto coperti di magro pascolo, specie verso il piano e le valli della Cosa e della Meduna, ora boscosi, per gran parte a faggeta intramezzata dal pascolo come sulla valle del Ciarso. La sommità dell'altipiano tende nel complesso a spianarsi, pur conservando sempre una forma assai ineguale e ondulata sia per la presenza di numerosissime cavità superficiali d'origine carsica, come soprattutto a causa di alcune profonde incisioni, quali specialmente le due valli che dai lati del monte Mulón (m. 1054) convergono nella depressione della Forca di Meduno, separando assai nettamente dal resto dell'altipiano *la cupola del Mulón e i dossoni del Ceréis* (m. 956) e *del Ciarandeit* (m. 1080). Una seconda depressione chiusa divide poi meno nettamente *il monte Valinis* (m. 1103) dalla convessità assai più vasta che si eleva a est, la quale costituisce la parte centrale e più eminente dell'intera regione carsica, cioè *l'altipiano vero e proprio del Ciaorlécc o Turiét*.

Il dislivello fra la parte più elevata e la base dell'altipiano è di 900 metri, mentre l'altezza media della massa calcarea si aggira intorno ai 750-800 m. s. m. La superficie dell'altipiano tende in generale a deprimersi ed a spianarsi quanto più, a partire della sua parte più elevata, si procede verso est e sud-est, dove si stende *nell'altipiano di Cuél des Préses - Cuél Spelât e di Pradis*, elevato fra 500 e 600 m. s. m. e diviso per metà dalla profonda incisione della Cosa. Nello stesso senso, da O. a E., si abbassa anche il margine dell'altipiano rivolto alla pianura, il quale da 956 m. s. m. al Ceréis e da 1100 m. al Valinis, sopra Meduno, degrada a 951 al m. Davanti, sopra Toppo; a 736 al Col Manzón; a 534 e a 562 rispettivamente al Cícul Tarónt e al Colle Plait, sopra Praforte. Del pari, anche la scarpata settentrionale dell'alti-

piano s'innalza a ovest con più elevati e ripidi pendii mentre continuando verso levante essa declina via via più dolcemente e si attenua sfumando nel ripiano calcareo di Pradis. Questa conformazione orografica riflette in buona parte la struttura tettonica dell'altipiano, la quale risulta di una semplice ellissoide di calcari cretacei dalla vòlta ampia e depressa e con la sua metà orientale abbassata rispetto a quella occidentale.

Alla sommità gli strati sono disposti suborizzontalmente o pendono con regolare e lieve inclinazione verso l'esterno, cioè tutto intorno alla vòlta: la pendenza degli strati si accentua poi gradualmente verso i margini, toccando il valore medio di 45° - 60°: la gamba sud dell'ellissoide, piegando a ginocchio, si raddrizza rapidamente sino a invertire la sua pendenza.

Il rovesciamento è poi assecondato ed anzi esagerato dagli strati terziarii che si affiancano alla cupola calcarea, i quali, nella metà orientale, formano una cintura quasi continua da Travesio a Pradis per Clauzetto. Al lato nord, l'ellissoide s'immerge per piega - faglia sotto le masse di dolomia triassica del monte Dagn (m. 963), del monte Rossa (m. 1309) e della catena del Celant (m. 1095), ed il Terziario (Eocene) vi è ridotto a una fascia sottile resa poi scontinua dall'erosione. La piega-faglia, dopo di aver seguito il corso longitudinale del Ciarsò, all'incontro con la Meduna devia a sud e corre sul fondo della valle rasente al fianco occidentale della massa cretacea, finchè al ponte Racli piega nettamente verso ovest. In questo punto emerge di nuovo alla superficie il Terziario che cinge a valle tutta la base dell'ellissoide sino a Sottomonte (Meduno), e, al di sotto delle alluvioni, sino a Travesio.

Data l'importanza della struttura geologica in rapporto all'evoluzione morfologica e allo sviluppo dell'idrografia nell'altipiano, credo conveniente di esaminare con un po' di dettaglio la serie e la disposizione degli strati che vi compaiono.

1) Gli strati più antichi della massa calcareo-carsica affiorano nel fondo dell'incisione della Cosa e per quanto si sa, appartengono ancora al Cretaceo con *facies* di scogliera.

Peraltro, in base all'analogia con le ellissoidi submontane del Friuli, di cui quelle più profondamente incise appaiono costituite alla base di calcari giurassici e di dolomie triassiche, è lecito supporre che qui pure il nucleo della piega sia composto di calcari del Giura a facies di scogliera, e di dolomie del Trias superiore. Questo fatto deve essere tenuto presente, avendo la costituzione del nucleo interno della brachianticlinale una notevole importanza sulla circolazione profonda delle acque, poichè è assai probabile che la falda carsica interna, che esamineremo più innanzi, intersechi il nucleo precretaceo o che comunque ne sia influenzata nel suo andamento. (1)

Il livello più profondo della Creta, segnalato in locali affioramenti al Ciaorlécc, è costituito di calcari scistosi, scuri, bituminosi, riferiti con qualche incertezza alla Creta media. Più sicura è la determinazione dell'orizzonte immediatamente superiore al precedente, costituito di calcari bianco-grigi, per lo più compatti, caratterizzati dalla frequenza delle *Caprinidi*. Questi strati si estendono alla superficie dell'altipiano, nella sua parte più elevata, come alla casera Fossór (c. Tositti sulla tavoletta « Castelnovo »), verso il Col Plait, sopra Praforte e sino al Col Spelât e a Fornez sulla sinistra della Cosa; affiorano poi estesamente sul versante settentrionale dell'ellissoide, verso il Ciarsò e al Mulon e al Ciarandeit. Alla casera Fossór vennero raccolti alcuni fossili che per-

(1) Il culmine tettonico dell'ellissoide del Ciaorlécc cade in corrispondenza alla parte orograficamente più elevata dell'altipiano, cioè fra la vetta del Ciaorlécc e la massa del Cereis - Ciarandeit. Quindi secondo ogni più probabile induzione, il nucleo profondo giurese e triassico avrà pure in corrispondenza di quest'area la sua massima elevazione. Ignorandosi però lo spessore dei sedimenti cretacei, non è possibile di calcolare la profondità del nucleo precretaceo.

Nell'ellissoide del Bernadia, il Giurassico superiore, che affiora nel fondo della chiusa del Cornappo, è sormontato da una pila di m. 650 circa di spessore: ma vi mancano gli strati più recenti del Turoniano superiore o del Senoniano inferiore. Nell'ellissoide dell'Arzino è impossibile per ora una separazione esatta fra Giura e Creta: in quella del Mija-Matajur, il Giura affiora a una profondità di m. 50-250 rispetto agli strati calcareo-cretacei più elevati, e la Dolomia a m. 250-500. E' probabile che nell'ellissoide del Ciaorlécc la potenza complessiva della Creta non superi un chilometro.

mettono di fissare l'età Turoniana dell'orizzonte. Sopra di esso affiorano calcari bianchi, compatti o teneri, contenenti *Ippuriti* e *Radioliti*, ai quali appartiene la località fossilifera delle cave di ponte Racli, sulla Meduna, riferita al Turoniano superiore (Angumiano) e al Senoniano, e forse anche gli strati affioranti intorno alla vetta del Ciaorlécc.

Se però, prescindendo dalla età, ci atteniamo invece soltanto ai caratteri litologici degli strati affioranti dell'ellissoide, vediamo trattarsi di una serie potente e piuttosto uniforme di calcari bruni, grigi o bianchi, compatti o teneri, a stratificazione abbastanza distinta e divisione ora in istrati di pochi decimetri di spessore, ora in banchi piuttosto grossi. Grazie alla dolce curvatura della piega, vi mancano le linee di rottura profonde, salvo una dislocazione locale che il FUTTERER indicò fra il Cereis e il Ciarandeit, mentre vi abbondano le piccole fratture e le incripature più minute degli strati non tanto frequenti alla sommità, assai accentuate invece al margine dell'ellissoide, verso il Ciarso e la Meduna e verso la pianura, a causa della più intensa torsione subita.

Così, se si scende dall'altipiano verso Toppo, a sud del Paladin e del Ciaorlécc e nella località Meries si vedono i grossi banchi di calcare fossilifero inclinati a sud d'una decina di gradi: sotto il ciglio dell'altipiano, poco a monte della fontana Támer, pendono a sud o sud-est o sud-ovest di 30°: indi si rovesciano rapidamente, assumendo sopra il castello di Toppo un'inclinazione di 80° a nord. Ivi gli strati appaiono intensamente fratturati, con i singoli pezzi coperti da un velo di terra rossa. Lo stesso si vede scendendo dalla forca di Meduno, dove affiorano strati sottili di calcare bituminoso inclinati a sud di 60°; e dal Col Tarónt verso Travesio.

2) Sui calcari a *Rudiste*, in giro all'ellissoide posano in apparente concordanza strati di marna o calcari marnosi fissili, per lo più rossastri, talvolta con tinta verde, bruna e grigia e con transizione graduale alle marne eoceniche (*).

Essi si distinguono generalmente col nome di *Scaglia rossa* e per le affinità con la vera Scaglia del Veneto occi-

STEFANINI, *Op. cit.*, pag. 19-20.

dentale sono ritenuti di età Senoniana. Tale attribuzione è tuttavia assai incerta, poichè se nel Friuli orientale (valle del Natisone ad es.) una roccia analoga tanto per composizione quanto per posizione stratigrafica appare inclusa nella serie Senoniana, poco a occidente invece della regione in esame, cioè nella conca di Barcis, strati affatto identici a quelli della cosiddetta « scaglia » del Ciaorlécc, posano in alternanza coi calcari nummulitici, in diretta trasgressione sulla Creta a *Rudiste*. Comunque, questi strati di marne rosse e verdi, fatta astrazione dalla loro età, costituiscono un orizzonte litologico costante e ben distinto al contatto della Creta con l'Eocene; per quanto poi riguarda i loro caratteri fisici e litologici, essi si possono riunire alla soprastante massa del *flysch* eocenico.

3) L'Eocene è qui costituito di un complesso di marne e arenarie con qualche lente di brecciola nummulitica, poco o punto permeabile. Come vedemmo, esso forma una cintura quasi ininterrotta alla base dell'ellissoide, meno potente a nord che a sud a causa della riduzione tettonica subita.

4) A Meduno e nella valle della Cosa, fra Almadis e Travesio, l'Eocene è sormontato in discordanza degli strati miocenici, molto potenti, nei quali si distinguono tutti i piani dal Langhiano al Pontico, con passaggio graduale da una *facies* di sedimento di mare relativamente profondo (marne e arenarie glauconiose del Langhiano) a depositi d'estuario (Tortoniano) e prettamente continentali (conglomerati del Pontico).

I sedimenti terziarii assecondano ed anzi esagerano la curvatura degli strati cretacei al lato sud. Così, verso Prá di Stai sopra Meduno, le marne rosse, sottoposte immediatamente alla Creta rovesciata a sud, sono inclinate a NNW di 60°: poco a valle, verso S. Martino, gli strati eocenici e miocenici hanno una pendenza di di 58° - 70° a Nord.

Al Col Rovolêt sopra Travesio, i banchi calcarei più esterni sono fortemente inclinati a sud, mentre quelli terziarii (marne rosse e *flysch* eocenico) che compaiono alla base sono subverticali o s'immergono con forte pendenza a nord. La curvatura della gamba dell'anticlinale va leggermente attenuandosi verso Praforte, dove alla quota 392 gli strati eocenici che si adagiano sulla Creta sono inclinati di 62° a

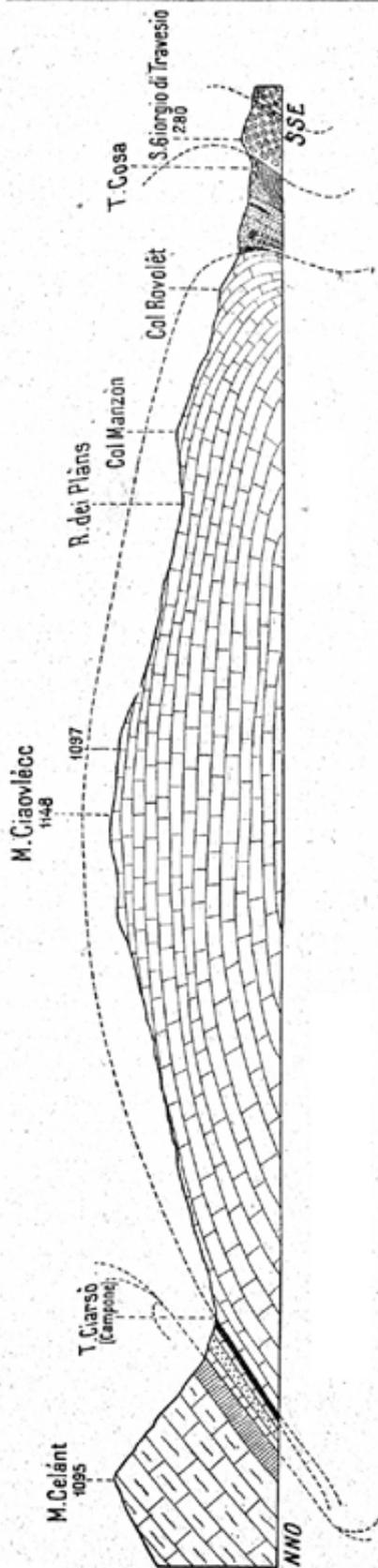


Fig. 1

Profilo geologico del Ciaorlècc. Scala: 1 a 50 mila. — La cupola del Ciaorlècc è costituita di calcari cretacei e forse anche giurassici nella parte più profonda: sulla Creta si adagiano in trasgressione le marne rosse (segnate in nero) ed il *flysch* eocenico (punteggiato): a quest'ultimo, verso NNO si sovramettono per piega-faglia le dolomie friabili del Carnico (tratteggiato) e le dolomie del Norico, quindi i calcari del Retico e del Lias sul versante settentrionale del monte Celiant. Verso SSE, al *flysch* succedono le arenarie Langhiane (banchi punteggiati), l'Elveziano (fitta tratteggiatura) e i conglomerati Tortoniani e Pontici. Cfr. Dainelli G. — *La struttura delle Prealpi Friulane*. Firenze, 1921.

SE. La curvatura tuttavia si mantiene assai intensa fino alla confluenza della Cosa col R. Molino o di Tùl: ivi difatti, gli strati più esterni della Creta inclinano di 55°-60° a SSE. Lungo il rio Molino e il rio di Tùl, sino un poco a monte di Clauzetto, l'inclinazione della gamba si mantiene fra 40° e 45°. Da questo punto sino a Campone, la volta piatta dell'anticlinale si abbassa sotto un mantello di terreni eocenici con una pendenza di 10°-15° (a Fornez e al cimitero di Gercia) e di 5° soltanto agli stivali Ropes.

Scendendo invece nella valle del Ciarso, presso il contatto con la piega-fa-

glia gli strati cretacei assumono una più forte inclinazione verso nord (in media 30°-40°) e di conseguenza anche una più intensa fratturazione. La pendenza si mantiene uniformemente elevata anche nel fianco occidentale che scende sulla Meduna.

Le marne rosse e il *flysch* eocenico che s'insinuano lungo il piano di faglia fra la Creta e la Dolomia triasica, da Campone in giù affiorano soltanto in lembi sconfinati e assai ridotti per stiramento. Due lembi del tutto isolati dall'erosione posano sui calcari cretacei ai due lati del colle di Ferrara, l'uno, già segnalato (FUTTERER e STEFANINI), sopra c. Moschiasinis, l'altro nella vallecchia che scende dalla Forca di Ciarandeit al Ciarsò. La loro posizione non è molto chiara, poichè il *flysch*, anzichè semplicemente rivestire le superfici degli strati cretacei, s'insinua fra questi ultimi, come almeno si vede nella località Ombrena. Tali complicazioni sono però dovute con ogni probabilità a fenomeni di sospingimento e d'incuneamento determinati dalla vicinanza della piega-faglia.

L'evoluzione della morfologia superficiale. — L'evoluzione morfologica e idrografica dell'altipiano è in stretta dipendenza dai suoi caratteri geologici e strutturali.

All'atto dell'emersione dell'area in esame, che dovette avvenire nel Miocene superiore e accentuarsi durante il Pliocene, il nucleo calcareo-cretaceo era coperto da un mantello piuttosto potente e continuo o quasi continuo di sedimenti terziari. La parte più profonda e forse prevalente di questa copertura era costituita dalle marne rosse e dal *flysch* eocenico le cui radici affiorano oggidì lungo tutto il margine dell'ellissoide: quindi da un complesso di terreni facilmente erodibili e quasi impervio alla filtrazione delle acque, tanto maggiormente poi perchè gli strati terziari dovevano modellarsi sul nucleo sottoposto di calcare cretaceo.

Al di sopra dell'Eocene si adagiavano gli strati del Miocene, di cui quelli più profondi (langhiani) formavano pure probabilmente una copertura completa, o quasi, sino al contatto con la piega-faglia. Quest'ultima era già forse iniziata al principio del Miocene, in ogni modo il suo definitivo costituirsi è posteriore al Langhiano i cui sedimenti, appena a occidente

della regione in esame, appaiono implicati nella piega-faglia. La piega-faglia ebbe per effetto di ribaltare e di sospingere le masse dolomitiche interne al di sopra dell' ellissoide cretacea, lungo un piano di scorrimento costituito dalle plastiche formazioni terziarie (1). Se non è possibile precisare fin dove arrivava tale ricoprimento, è certo in ogni modo che la zolla dolomitica si estendeva alquanto più a sud che attualmente, ricoprendo almeno parte della metà settentrionale della cupola del Ciaorlécc, mentre al margine esterno di essa si addossavano via via i terreni più recenti del Miocene.

Al principio del Pliocene, il modellamento tettonico dell' area in esame doveva apparire se non ultimato — rispetto s' intende all' attuale — già determinato nelle sue linee essenziali. Sulla regione prealpina ed alpina che veniva gradualmente ad emergere durante il Miocene, si stabilì dapprincipio una prima serie di corsi acquei *conseguenti*, diretti cioè da nord a sud in accordo con la generale inclinazione della superficie emersa. La degradazione subaerea durante questo primo ciclo smantellò parte della regione. Col progredire dell' incisione dei corsi acquei principali, in corrispondenza agli affioramenti di rocce più tenere si stabilì un sistema di corsi acquei *sussequenti*, con direzione normale al precedente e quindi longitudinale rispetto al decorso delle pieghe e delle attuali catene prealpine.

Riferendoci in particolare alla regione qui in esame, essa era traversata durante questo primo ciclo da due corsi acquei, a ovest la Meduna, a est il Ciarsò. La prima nei periodi successivi mutò di poco la posizione del suo alveo il quale, nel suo graduale approfondirsi, seguì pressappoco il contatto della gamba occidentale dell' ellissoide con le più erodibili formazioni dolomitico-triassiche che la ricoprivano con l' intermezzo di una sottile zona di *flysch*.

Il Ciarsò invece, sbucando al di sopra dell' attuale catena del Celant-monte Rossa, ora divisa dalla profonda incisione del torrente, traversava normalmente l' ellissoide del Ciaorlécc. Non è possibile però stabilire dove avveniva primi-

(1) Questa sovraspinta verso sud si riflette anche nella piegatura a ginocchio della gamba esterna dell' anticlinale.

tivamente il suo passaggio, se cioè verso la valle attuale della Cosa o piuttosto in corrispondenza all'attuale depressione fra il Valinis e il Ciarandeit. Quest'ultimo corso del Ciarso è accertato soltanto per il ciclo immediatamente posteriore, quando l'erosione cominciò a raggiungere il nucleo cretaceo dell'ellissoide, scoprendolo gradualmente al di sotto della copertura triassica e terziaria.

Il primo ciclo erosivo (Pliocene inferiore?) era allora già pervenuto ad uno stadio di maturità o di senilità, riducendo la zona prealpina esterna ad un'area quasi pianeggiante. Un piano tangente alle attuali linee di vetta delle catene dolomitiche del Celant e del m. Rossa e alla parte più elevata del Ciaorlécc, inclinato a sud e sud-est e degradante dalla quota attuale di 1350 m. a 1200, ci può riprodurre approssimativamente la superficie di questo primo livello di denudazione.

Un generale sollevamento della regione, riattivando i corsi d'acqua, inizia un *secondo ciclo erosivo*. Durante di esso la Meduna approfondì la sua valle attuale ed il Ciarso incise profondamente il masso calcareo fra il Valinis e il Mulón, mentre alla superficie dell'altipiano si estendeva gradualmente la scopritura della volta calcareo-cretacea su cui prendeva sviluppo il fenomeno carsico. Nella metà orientale dell'altipiano (1) la scopritura della massa calcarea avvenne assai più tardi, probabilmente quando il Ciarso aveva già ultimato l'incisione della sua valle, ora abbandonata, tra il Valinis e il Ciarandeit (l'altitudine della Forca piccola e della Forca di Meduno è rispettivamente di 657 e 620 m., pari cioè all'altezza dell'altipiano di Pradis). Pertanto, solo

(1) Durante il primo ciclo, in corrispondenza alla valle attuale della Cosa correva forse un fiume d'origine prealpina interna, l'Arzino o il suo affluente di destra il Comugna poi deviato nell'Arzino.

A cagione dell'abbassarsi della volta cretacea del Ciaorlécc verso oriente, gli strati più elevati della Creta si estendono sull'altipiano di Pradis circa all'attuale quota di 600-650 m., cioè circa 500 m. più in basso degli strati che coprono la vetta del Ciaorlécc, del Valinis e del Ciarandeit, i quali corrispondono o allo stesso livello o a un orizzonte immediatamente inferiore. Quindi, mentre a ovest le acque correnti sfioravano già il nucleo cretaceo, quest'ultimo, a oriente, era tuttora ammantato dai sedimenti terziari.

alla fine di questo secondo ciclo erosivo (Pliocene superiore?) avvenne la denudazione, almeno parziale, del ripiano calcareo di Pradis.

La cattura del Ciarsò da parte della Meduna segna l'inizio di una *terza fase erosiva*, (Pliocene superiore-Quaternario antico) pure determinata da un sollevamento della regione, durante la quale è incominciata anche l'incisione della forra della Cosa: a questa seguì quindi una prima fase di alluvionamento (Quaternario antico) cui corrispondono le alluvioni cementate di Del Bianco, sopra Meduno, poste a 300 m. sull'attuale linea di fondo della valle e infine l'alluvionamento e il terrazzamento avvenuto nell'ultima epoca glaciale.

Le conclusioni ora esposte coincidono, salvo in qualche dettaglio, con quelle a cui è giunto lo STEFANINI⁽¹⁾ nel suo chiaro riassunto della storia idrografica del bacino della Meduna.

Lo STEFANINI riferisce giustamente la terrazza di Del Bianco a una fase posteriore alla cattura del Ciarsò da parte della Meduna.⁽²⁾ L'età di queste alluvioni non è determinabile con sicurezza, ma con ogni probabilità essa è Quaternaria antica. Il conglomerato è tenace di guisa che, grazie anche alla sua facile lavorabilità, esso viene largamente impiegato per costruzioni, e risulta di elementi calcarei e calcareo-dolomitici del tipo di quelli affioranti nell'ambito dell'attuale bacino della Meduna; meno frequenti vi sono gli elementi eocenici. Esso si adagia sopra un potente banco (dello spessore di alcuni metri) di limo sabbioso, calcareo, finissimo, biancastro o bianco grigio, stratificato orizzontalmente, che si vede affiorare nella discesa da Del Bianco alle case Prèmoèl (tavoletta «Maniago»), lungo la quale si osserva anche intercalata nel limo una lente di conglomerato il quale pertanto è sincrono e immediatamente posteriore al deposito argilloso. L'origine del deposito è a mio parere in relazione con

(1) STEFANINI, *I bacini della Meduna e del Colvera in Friuli. — Sull'antica idrografia dei bacini della Meduna e del Colvera in Friuli*. Citati in principio.

(2) *Op. Cit.*

una fase lacustre o sublacustre avvenuta nel tratto ultimo della valle della Meduna prima del suo sbocco attuale nel piano. Dove e in quali condizioni si è determinato l'arresto delle acque non è possibile di precisare, ma a giudicare dalle attuali condizioni orografiche, lo sbarramento pare doversi attribuire ad una maggiore altezza e continuità della briglia terziaria che restringe oggidì l'alveo del torrente davanti a Meduno (1).

Non divido invece l'opinione dello STEFANINI riguardo all'antico decorso della Meduna attraverso la Forca di Ciarandait (m. 681); la quale mi pare meglio riferibile all'azione di un qualche locale corso d'acqua, defluente nel Ciarsò, specie se si considera che sul fondo della vallecola che scende dalla Forca verso quest'ultimo torrente affiora il *flysch* eocenico i cui strati, almeno localmente, anzichè ricoprire semplicemente a mantello la volta cretacea, appaiono insinuati e serrati frammezzo i più resistenti banchi calcarei (2).

Dopo la deviazione del Ciarsò nella Meduna, durante e dopo la deposizione delle alluvioni di Del Bianco e sino all'attualità, i due torrenti non mutarono più sensibilmente il loro corso che divagò, con fasi alternate di erosione e di alluvionamento, circa entro l'ambito degli attuali fondivalle.

I depositi più recenti dopo quelli di Del Bianco, sono rappresentati dalle terrazze ghiaiose di Tramonti e di Meduno, le quali, almeno in parte, stanno in relazione con la espansione del ghiacciaio Vurmiano (3). Questa fase di allu-

(1) La terrazza di Del Bianco, per la sua posizione e costituzione presenta molta analogia con la terrazza del Plan di Paluz, sopra Tarcento, certamente di età Quaternaria (V. O. MARINELLI, *Osservazioni sui terrazzi dei dintorni di Tarcento*, «Studi geografici» estratto dal «Boll. della Soc. Geografica», 1900).

(2) Un'origine analoga deve avere la vallecola che dalla sella dietro il colle di Ferrara, scende presso c. Moschiasinis traversando un lembo di *flysch*.

(3) Il ghiacciaio del Tagliamento, durante l'ultima glaciazione valicò la forca del m. Rest (come aveva già sospettato lo STEFANINI), traboccando nell'alto bacino della Meduna, sopra Tramonti. Non mi è riuscito di stabilire ancora con certezza fin dove arrivava la colata di ghiaccio; in ogni modo è certo che il tratto inferiore della valle ne era sgombro.

vionamento è stata preceduta nel tratto di valle a monte del ponte Racli da una fase lacustre di cui restano le tracce in un livello di argille che si estende alla base delle terrazze, dal ponte Racli sino al molino Zatti sotto Tramonti di Sopra (1).

Di pari passo coll'affondamento delle valli della Meduna e del Ciarsò, dopo la giunzione dei due torrenti, procedette l'incisione della valle della Cosa sul margine orientale dell'altipiano. Questa incisione si svolse, almeno in buona parte, durante il Quaternario, con fasi alternate di maggiore e minore attività che però non ci è possibile di ricostruire. Precedente allo scavo della valle della Cosa, come avvertimmo, è lo smantellamento e lo spianamento (2) dell'altipiano di Pradis, raggiunto durante la fase di maturità del secondo ciclo erosivo (Pliocenico). Un piano tangente o alquanto più elevato all'attuale superficie dell'altipiano di Pradis (m. 650 o 700 sul livello attuale del mare) e alle sommità della falda collinosa terziaria che si estende fra la Cosa e l'Arzino, degradante da 550 m. s. m. (Celánt) a 400 m. (Oltrebugo) e a 250 (Mostacíns), ci può riprodurre con approssimazione sufficiente il nuovo livello di denudazione. Su questa superficie spianata si svolsero poi le erosioni del Quaternario che denudarono quasi completamente l'altipiano calcareo del mantello di sedimenti terziari, con conseguente maggiore sviluppo del fenomeno carsico, e smembrarono la falda collinosa mediante una fittissima rete idrografica.

L'incisione durante quest'ultimo ciclo erosivo raggiunse in media 300 m. di profondità, chè tale in media è il dislivello tra il fondo e il ciglio della forra della Cosa dopo la sua unione col rio Secco, come pure fra l'alveo attuale della Cosa e la sommità dei poggi terziari sopra Paludea.

Questo più recente livello di denudazione è riconoscibile

(1) L'esame della storia idrografica del bacino della Meduna durante il Quaternario, sarà oggetto di un mio studio a parte: tale esame non ha un grande interesse per l'argomento nostro.

Del fondo della valle della Meduna eseguii un rilevamento di dettaglio alla scala da 1 a 10 mila, nel quale ho segnato tutti i vari livelli di terrazze.

(2) Lo spianamento dell'altipiano di Pradis è però in rapporto anche con la giacitura degli strati cui si adatta la forma del terreno.

anche nella falda collinosa che si eleva sulla destra della Meduna verso la Colvera, circa all'altezza di 500 m. (¹), come pure a monte della stretta del ponte Racli [(dorso profilato orizzontalmente del monte Pineda (m. 590-660 s. m., cioè 300-350 m. sul fondo della valle); colle di Ferrara (m. 680), sprone dello stavolo Monticella (m. 750) e la valle abbandonata del Ciarsò alla Forca piccola (m. 667)].

Nell'unito schema ho riassunto le fasi principali della evoluzione morfologica e idrografica della regione in esame

(¹) Il pianoro di Frisanco fu riconosciuto dallo STEFANINI (*Op. cit.*, pag. 29) che lo ha messo però in relazione coi caratteri di giacitura degli strati eocenici.

		Idrografia superficiale
Miocene Superiore	Sollevamento ed emersione.	Sistema di corsi d'acqua diretti da nord a sud: parziale degradazione e spianamento (1. ^o ciclo).
Pliocene	Sollevamento	} Ringiovanimento della rete idrografica. 2. ^o ciclo
	—	
Quaternario	Sollevamento	Nuova incisione della rete idrografica.
		Alluvioni Gunziane e Mindeliane.
	Sollevamento	Alluvioni Rissiane.
		Alluvioni Vurmiane.
Posglaciale		Terrazzamento delle alluvioni Vurmiane: alluvioni Posglaciali.

Bacino della Meduna	Bacino della Cosa	Idrografia sotterranea
<p align="center">Livello di denudazione corrispondente circa alle attuali aree di culminazione.</p>		<p>Scarso sviluppo della idrografia sotterranea.</p>
<p>Incisione della valle del Ciarsó attraverso le Forche di Meduno.</p>	<p>Cattura del tronco superiore della Cosa (torrente Comugna?) per l'Arzino.</p>	<p>Sviluppo della idrografia carsica.</p>
<p>Terrazze di Pineda (m. 590-660) e Ferrara (m. 680); ripiani orografici nei colli terziari fra la Meduna e la Colvera (m. 500).</p>	<p>Altipiano Cuél di Préses - Cuél Speiât - Pradis (m. 600-650); ripiani orografici nei colli terziari (m. 400-550).</p>	<p>Livello della falda carsica a m. 770 in media?</p>
<p>Cattura del Ciarsó per la Meduna.</p>	<p align="center">↑</p>	
<p>Fase lacustre nel tratto inferiore della valle della Meduna: alluvioni di Del Bianco.</p>	<p>Incisione della Cosa attraverso l'altipiano di Pradis e le colline terziarie.</p>	<p>Livello della falda carsica all'altezza delle grotte di Pradis (metri 520).</p>
<p>Nuova incisione della valle della Meduna.</p>	<p align="center">↓</p>	
<p>Fase lacustre nella valle a monte del ponte Racli: terrazze di Tramonti e di Meduno.</p>	<p>Terrazze di Paludea e Travesio.</p>	<p>Livello della falda carsica all'altezza della grotta della Fóos (metri 420)?</p>
<p>Corso attuale del Ciarsó e della Meduna.</p>	<p>Corso attuale della Cosa.</p>	<p>Livello attuale della falda carsica (m. 266-353).</p>

II. - Descrizione dei fenomeni carsici.

LE DOLINE.

Forma, origine ed evoluzione delle doline dell'altipiano del Ciaorlécc. — Tra le forme carsiche superficiali le doline sono di gran lunga le più frequenti e diffuse sull'altipiano del Ciaorlécc. Uno sguardo alle carte topografiche e specialmente alla tavoletta di « Castelnuovo » ce ne convince subito, per quanto le tavolette non rappresentino che una minima parte delle cavità superficiali e quasi tutte poi in modo puramente schematico e convenzionale, ad eccezione soltanto di alcune poche di dimensioni piuttosto ragguardevoli. Tutta la superficie dell'altipiano appare costellata di cavità carsiche, di forma e sviluppo assai vario e distribuite senza alcun ordine apparente. Di qui le infinite ondulazioni e la frastagliatura della superficie dell'altipiano, del resto caratteristica di tutte le regioni carsiche, di cui un semplice esame delle tavolette ci fornisce un'idea sufficientemente esatta.

Non credo si possa stabilire un criterio sicuro per la classificazione delle doline del Ciaorlécc riguardo alla loro forma e alla loro origine. Una gran parte di esse, specie quelle delle regioni elevate e quelle situate sui pendii piuttosto ripidi, sono aperte nella viva roccia: quelle invece delle zone depresse e pianeggianti appaiono rivestite da uno strato più o meno potente di terra argillosa, rossastra, residuo della dissoluzione dei calcari (*terra rossa*), la quale oblitera le fessure e attenua le asperità, conformando le cavità a profili più dolci e continui. La distinzione fra questi due tipi, per quanto essi appaiano collegati da un'infinità di forme intermedie, mi sembra assai importante.

Le *doline in roccia* risultano sparse irregolarmente sulla superficie del tavolato calcareo ed hanno un contorno reso assai ineguale dalle incisioni ai margini, le pareti ripide o a picco o anche strapiombanti (almeno da un lato), con fessure beanti sulle pareti e sul fondo (*doline-inghiottitoio*): sono

prive in genere di un'area centrale piana. Quelle più profonde e con pareti rocciose a picco (*doline a pozzo*) costituiscono un termine di passaggio alle voragini vere e proprie. Le doline del secondo gruppo hanno un profilo per lo più dissimmetrico, irregolare, per cui non è sempre possibile di ascrivere all'uno piuttosto che all'altro dei tipi fissati riguardo alla forma: prevalgono comunque le doline a *scodella* e soprattutto quelle a *imbuto* e a *pozzo*. Sono cavità in via di accrescimento per opera delle acque che vi penetrano dall'esterno o di quelle di fusione della neve che si accumula al fondo (*) o infine, sebbene in parte minore, di quelle di stillicidio: in alcune prevale l'erosione al fondo lungo una o poche fessure, con tendenza a costituire delle voragini; ma nella maggior parte l'erosione prevalente si esercita alle pareti, con tendenza ad allargare le cavità sino a fondere quelle contigue: questa azione dissolvente si rivela nelle infinite corrosioni e nelle scannellature della roccia. Le dimensioni delle doline variano da quelle di piccole infossature delineate intorno alle crepaccie del suolo, a cavità di parecchi metri e fino a qualche decina di metri di diametro.

Il graduale allargarsi delle cavità per degradazione dei margini e dei fianchi, tende ad originare delle forme a profilo sempre più ampio ed aperto, cioè in prevalenza a *scodella* o a *piatto* piuttosto che a curva spezzata, con minore ripidità delle pareti e con un'area centrale pianeggiante. Inoltre l'accumularsi nel fondo della terra rossa, risultante dalla dissoluzione in posto dei calcari o depositata dalle acque di scorrimento superficiale che si raccolgono nella dolina, ne raddolciscono il contorno ed il profilo e nascondono la roccia che affiora soltanto qua e là sul fondo e sulle pareti.

* Dalle forme *giovanili*, in accrescimento per erosione diretta delle acque penetranti nelle fessure e aperte nella viva

(*) Stante la scarsa elevazione media dell'altipiano del Ciaorlécc, le precipitazioni nevose vi sono scarse rispetto a quelle di pioggia e la neve non vi permane a lungo neanche nelle cavità più riparate.

Per la stessa ragione, durante il periodo glaciale la superficie dell'altipiano appariva scoperta di ghiaccio: tuttavia la maggiore copia e la più lunga permanenza della neve deve aver avuto allora una notevole influenza sullo sviluppo delle forme carsiche.

roccia, che sono quelle dianzi descritte, si passa così a forme *mature*, più ampie e proporzionalmente meno profonde. Tipo assai frequente, come avvertimmo, sui pendii dolcemente inclinati e sul fondo delle grandi depressioni, come ad es. sul versante orientale dell'altipiano intorno alla malga Fossór e lungo il rio Manzón, il quale, grazie al rivestimento di terra rossa, comprende anche i pascoli migliori dell'altipiano.

Qualche trincea artificiale che qua e là esiste sul fondo di queste doline, ha messo allo scoperto uno strato di argilla rubefatta di 1 metro e più di spessore, la quale s'insinua con infinite addentellature negli interstizi della roccia sottostante. Le lame e le punte rocciose ravvolte dalla terra rossa, ricca di umidità e di acidi organici provenienti dalla decomposizione dei vegetali, ne vengono a mano a mano corrose, per cui la roccia appare tutta scabra e irta di nuclei e di punte in corrispondenza alle parti più resistenti (nuclei di fossili spatizzati, ecc.) o anche farinosa come nei calcari teneri. Del pari, anche i pezzi di roccia che vi si staccano, vengono soggetti ad una lenta alterazione in modo del tutto analogo a quanto avviene nelle alluvioni ferrettizzate della pianura.

Le acque di pioggia o di fusione della neve che si raccolgono nel fondo della dolina vengono arrestate (*) e la loro penetrazione è rallentata dallo strato di terra rossa e quindi svolgono una più lunga e intensa azione dissolvente sulla roccia. Invece l'erosione meccanica delle acque (credo del resto poco intensa anche nelle doline in roccia), l'azione del gelo o comunque le variazioni della temperatura non hanno modo di farsi sentire. (**) Qui pure le dimensioni sono

(*) Il fondo delle doline per questo fatto viene spesso utilizzato per la raccolta delle acque superficiali che servono all'abbeveraggio del bestiame. Queste pozzanghere, con le pareti e il fondo opportunamente intonacati con terra rossa, sono frequenti su tutti gli altipiani carsici del Friuli: se riparate dal sole esse resistono abbastanza bene alle siccità. Talvolta però avviene (come alcuni anni fa in una dolina presso la malga Fossór), che per l'improvvisa disobliterazione di qualche fessura l'acqua scompare rapidamente.

(**) Data la particolare natura della roccia dell'altipiano, costituita da calcari compatti o teneri, privi di una minuta fessurazione, l'azione disgregatrice del gelo e degli sbalzi di temperatura non vi deve essere molto sensibile.

assai varie, avendosi cavità da pochi metri di diametro fino oltre un centinaio di metri di lunghezza: la profondità si mantiene in media sotto i 10 m.

La suberosione nello strato di eluvio, creando dei vuoti, ne provoca il cedimento o vi determina degli sprofondamenti improvvisi, con formazione sul fondo della cavità maggiore di piccoli imbuto del diametro e della profondità di pochi metri (*doline* cosiddette *alluvionali*, meglio, forse *eluviali*, di *cedimento* e *sprofondamento*) attraverso i quali talvolta si scorge la roccia e i meati che danno sfogo alle acque.

Alcuni esempi di doline. — Le doline dell'altipiano raggiungono e superano di rado il diametro d'un centinaio di metri: di veramente cospicue ve n'è tre soltanto che passiamo a descrivere.

1. La maggiore di tutte occupa l'area subtriangolare che intercede fra le tre forcole Piccola, di Meduno e del Ciarandait, sul fondo dell'antica valle del Ciarsò. La lunghezza massima della dolina è di 1450 m. tra la forca del Ciarandait e quella di Meduno, di 1100 m. tra la forca Piccola e il fianco orientale del monte Cereis. La cavità ha un contorno triangolare coi lati curvi e il suo fondo, roccioso in prevalenza, occupa circa il centro della depressione (m. 564 s. m.), ed è situato rispettivamente m. 64, 93 e 137 più in basso delle tre forche di Meduno, Piccola e Ciarandait. I fianchi del Cereis a ovest, del Mulon a nord, del Valinis a est, scendono assai elevati e ripidi, rocciosi, coperti di magro pascolo e di boscaglia. L'origine della depressione carsica è naturalmente posteriore alla deviazione del Ciarsò nella Meduna e risale pertanto allo stesso ciclo erosivo (Quaternario almeno in parte) cui appartiene la valle del rio Manzon. Appena la valle rimase a secco, a causa della fessurazione della roccia vi dovette cessare il deflusso superficiale delle acque, le quali, penetrando nel sottosuolo, vi allargarono a mano a mano le crepaccie esistenti con formazione di cavità carsiche che poi concrebbero in una depressione unica (*).

(*) Non è da escludere che vi abbia concorso anche uno sbarramento alluvionale alla soglia di Meduno, per quanto ciò non appaia molto probabile. Le alluvioni cementate di Del Bianco arrivano attualmente alla quota massima di circa 530 m. s. m., cioè un centinaio di metri più in basso alla Forca di Meduno.

Il tronco di valle, residuo dell'antico corso del Ciarsò, che dalla forca Piccola discende verso questo torrente con pendenza via via più accentuata, è relativamente ampio e pianeggiante nel suo tratto superiore dove ha preso sviluppo il fenomeno carsico: l'inversione della sua pendenza rispetto a quella originaria, si deve in parte all'erosione carsica e in parte a quella superficiale che vi ha inciso un breve e profondo solco torrentizio che confluisce nel Ciarsò davanti a Sghittosa.

2. Una bellissima dolina si deprime tra il Valinis e la piatta cupola del Ciaorlécc. La cavità ha un contorno sub-circolare, un po' più allungato nella direzione nord-sud (m. 700) che nella direzione normale (m. 550). A est e a ovest è limitata dai pendii del Ciaorlécc e del Valinis, che scendono piuttosto ripidi, rocciosi e solcati da vallecole tortuose e mal definite che convergono sul fondo della conca. L'orlo roccioso si deprime in due punti, formando due forcole di cui quella settentrionale mette nella Val Lagarón, quella meridionale (m. 944) invece si affaccia quasi sul ciglione dell'alti-



Fig. 2

Grande dolina fra il Valinis e il Ciaorlécc. Scala 1 a 20 mila (dalla tav. « Maniago »).

piano sopra la pianura. Il fondo della dolina è pianeggiante, erboso, sparso di piccole doline di cedimento, dovute cioè a suberosione dello strato di eluvio che lo ricopre: la sua altezza sul mare è di m. 918, cioè 26 m. più bassa della forca meridionale, 16 m. rispetto a quella settentrionale. Il profilo della dolina è quasi in tutte le direzioni a curva spezzata, cioè a scodella.

Riguardo alla sua origine, la conca rientra nello stesso ordine delle doline descritte ed è dovuta alla fusione e all'approfondimento di cavità minori scavate sur un fondo ori-

ginariamente piano o poco ondulato⁽¹⁾. Nella sua evoluzione si possono riconoscere sino a due cicli erosivi principali; al primo corrisponde lo spianamento dell'area ora occupata dell'*uvala*, forse dovuto all'erosione carsica, del quale si ravvisano le tracce nel piano che si protrae dinanzi alla forcilla quotata 944 sino ad affacciarsi al ciglio dell'altipiano (quote 923, 913 e 911 della tavoletta « Maniago ») e nello sprone alquanto ricurvo e profilato suborizzontalmente del *Cré fréet* (roccia fredda) che con le quote 954 e 946 recinge, a sud la conca carsica⁽²⁾. Su questa specie di peneplano in un secondo ciclo s'è approfondita l'*uvala*.

3. A metà costa del fianco meridionale dell'altipiano, sopra la pianura di Toppo, si apre un'ampia cavità, a contorno subellittico, con l'asse maggiore, orientato da NO a SE, lungo circa $\frac{1}{2}$ chilometro e quello minore 250 m. La conca, detta *Val Maôr*, è chiusa a nord e a NO da erti pendii rocciosi, coperti di magro pascolo, mentre a sud è recinta da un orlo roccioso alto da 30 a 90 m. sul fondo. Quest'ultimo è pianeggiante, erboso, seminato di alcune piccole depressioni *a piatto* o *ad imbuto*, dovute a suberosione nello strato eluviale che sprofonda. La conca è ordinariamente asciutta e soltanto dopo precipitazioni copiose viene parzialmente inondata dalle acque che però non tardano a smaltire nel sottosuolo. Il profilo lungo l'asse principale è a curva spezzata per cui la dolina rientra nelle forme *a scodella*.

La cavità è orientata nella direzione degli strati calcarei



Fig. 3

Grande dolina sul versante meridionale del Ciaorléec, sopra Toppo. Scala 1 a 20 mila (dalla tav. « Maniago »).

(¹) Nessuna delle cavità chiuse dell'altipiano è conformata dalle azioni tettoniche, come i *polje*: questa del Valinis è aperta negli strati calcarei disposti suborizzontalmente e perciò intersecati normalmente dai fianchi della dolina.

(²) Questa specie di terrazza si continua a nord verso la Forca Tamer; con essa si collega forse anche il ciglione roccioso sopra il fondo della dolina quotato 958.

che qui affiorano con le loro testate, fortemente inclinati a sud sino a provocare un leggero rovesciamento verso il piano. Quindi, a differenza degli *uvale* sopra descritti, la Vâl Maiôr è dovuta all'erosione carsica esercitatasi in prevalenza lungo i piani di stratificazione della roccia, molto fessurata a causa della forte torsione subita durante il ripiegamento.

Tuttavia singolare e non certo spiegabile con le attuali condizioni orografiche è la situazione della dolina su un ripido pendio, dove le acque tendono a scendere rapidamente al basso. Quindi dobbiamo riferirci ad un ciclo erosivo precedente quando i fondivalle erano circa 300 m. più elevati degli attuali. In tali condizioni, l'area ora occupata dalla Val Majôr corrispondeva verosimilmente a una zona spianata ovvero forse a un tronco di valle che si protraeva innanzi verso l'attuale pianura, poi ridotto e decapitato dall'erosione normale che abbassò la cintura esterna di terreni terziari più erodibili e infine elaborato dal fenomeno carsico.

Il fondo della Val Majôr (m. 567) corrisponde all'altezza della depressione che intercede fra il Valinis e il Ciarandeit (m. 564) e il suo orlo meridionale (m. 609) circa all'altezza della Forca di Meduno (m. 628). Questa constatazione non è priva di significato, poichè seguendo a questo livello il fianco meridionale dell'altipiano, si scorgono tracce evidenti di una unica superficie di denudazione, ora estremamente ridotta, alla quale, procedendo da ovest a est, corrispondono lo sprone quotato 605 e 622 a est di Silia (Meduno), la Val Maiôr, il breve ripiano della casera Piaz dai Stai (m. 610) sopra Toppo, il ripiano alla fonte di Travesio (m. 600) e lo sprone del Col Plait che si raccorda, come sappiamo, con l'altipiano di Pradis. A causa del sollevamento subito dall'altipiano nel ciclo posteriore a questo spianamento, l'erosione abbassò la cintura terziaria verso la pianura e cancellò in buona parte anche le tracce di terrazzamento rimaste sospese sul fianco della massa calcarea.

Le tre cavità ora descritte, per la loro origine non differiscono essenzialmente dalle altre doline che crivellano la superficie dell'altipiano ma se ne distinguono soltanto per le dimensioni notevolmente superiori, in considerazione delle

quali esse si avvicinano agli *uvala*, termine con cui si vogliono distinguere dalle doline vere e proprie le conche carsiche di maggiori dimensioni, però, in contrapposto ai *polje*, non modellate da azioni tettoniche nè d'ordinario soggette a periodiche inondazioni. Difatti nessuna delle conche carsiche dell'altipiano è soggetta a periodiche invasioni d'acqua, se si fa eccezione beninteso di qualche effimero ristagno delle acque superficiali; giacchè tutte si trovano molto al di sopra della zona di oscillazione della falda carsica profonda che è stata abbassata dal sopraffondamento delle valli nell'ultimo ciclo erosivo. Non è escluso peraltro che in qualche ciclo intermedio alcune delle cavità descritte si sieno trovate effettivamente entro i limiti di oscillazione della falda profonda.

Dalle doline di dimensioni più considerevoli a quelle di dimensioni medie, come abbiamo già detto, sono infinite le forme intermedie. A titolo d'esempio, ne ricordo qui due soltanto che ho già descritte nella mia nota precedente sul Ciaorlécc.

La *Vâl dai Iustîns*, è un'ampia conca aperta sul sentiero per il Ciaorlécc nella località Meries, alla quota 855. Il contorno ne è approssimativamente ellittico, un po' frastagliato verso nord dove la dolina è chiusa da pendii rocciosi solcati da minuscole vallecole. I fianchi sono mediocrementemente inclinati, con rocce affioranti, erbosi e con arbusti. L'orlo meridionale è depresso sicchè la dolina pare quasi svasata. La lunghezza della dolina è di 150 m. e la larghezza di 70 m. circa. Il profilo lungo l'asse maggiore è a curva continua ed allungata, come quella delle doline a piatto. Sul fondo pianeggiante ed erboso, coperto di uno strato di eluvio, si apre un gruppetto di imbuti dovuti a cedimento e sprofondamento della cotenna superficiale, alcuni dei quali si sono formati in questi ultimi anni. La dolina rappresenta già una forma *matura*, nel concetto espresso sopra.

Un altro avvallamento carsico, detto l'*Agâr*, si trova subito a sud della vetta del Ciaorlécc. È segnato sulla tavoletta « Castelnovo » dove appare compreso in un'insenatura descritta dall'isopisa di 1100 m. La cavità ha un contorno irregolare, piuttosto ellittico, assai allungato, contornato da pendii ripidi, coperti di arbusti (avellane, faggi, ecc.). La lunghezza

è di m. 230 circa e la larghezza di 100 in media. Il fondo è ristretto a guisa di doccia e nel complesso inclinato verso valle dov'è chiuso da un orlo poco rilevato. La cavità forma perciò passaggio alle vallecole carsiche ed effettivamente, come risulta dalla tavoletta, si prolunga a valle in un ripido solco interrotto da crepaccio e da doline.

Riguardo alla loro genesi, le doline dell'altipiano del Ciaorlécc rientrano per la massima parte nelle cavità di erosione superficiale, con passaggio graduale dalle forme *semplifici* alle cavità *multiple*, dovute cioè all'unione di più doline ma in cui si riconoscono ancora le pareti divisorie e infine agli *uvale*, originati dalla fusione e dal sovrappiombamento di più cavità contigue. Non osservai doline riferibili con sicurezza al *crollò* della volta di cavità sotterranee, per quanto esempi non ne debbono mancare (¹); e tanto meno *doline in serie* impostate lungo qualche presumibile corso d'acqua sotterraneo attuale o scomparso, come accade invece di frequente nei terreni gessosi (²). Sono piuttosto comuni invece sul fondo delle conche maggiori, le doline *eluviali*, evidentemente di *cedimento* o di *sprofondamento* per suberosione nello strato di eluvio, che intervengono però solo in uno stadio avanzato del processo dolinogenetico.

La disposizione degli strati e l'orientazione delle giunte può avere una notevole influenza sullo sviluppo della cavità carsica, come nel caso della Vål Maôr e della Val Manzon. Data però la struttura quasi tabulare dell'area culminante dell'altipiano, terebrata dalle doline, l'azione dissolvente delle acque si è esercitata invece e si esercita prevalentemente lungo le diaclasi che intersecano in senso normale le superfici degli strati; diaclasi che per quanto ho osservato, non hanno d'ordinario alcuna direttiva di orientamento nè un grande percorso.

(¹) Sono originate per sprofondamento le due cavità, più propriamente pozzi, in cui si aprono le grotte del *Fornát* e *des Sciores* descritte più avanti.

(²) D'accordo con O. MARINELLI (*Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*, in « Memorie geografiche », 1917, pag. 135) chiamo *eluviali*, meglio che *alluvionali*, le doline dovute allo sprofondamento del terreno di disfacimento locale.

Una grande influenza nello sviluppo e nella distribuzione delle doline rivela invece l'originaria conformazione plastica delle superficie su cui le cavità vengono a impostarsi. I pendii assai ripidi, come quelli pure fessuratissimi del fianco meridionale dell'altipiano, sono privi di cavità chiuse; quelli mediocrementemente inclinati tendono invece ad originare, coll'evolversi del processo carsico, doline in cascata e da ultimo vallecole carsiche: le aree pianeggianti, o foggiate a conca vengono terebrate in ogni senso con tendenza alla fusione degli imbuto e con formazioni di più ampie cavità chiuse (*uvale*) a contorno subcircolare o subellittico.

Di qui la distribuzione assai varia delle cavità carsiche sulla superficie dell'altipiano. L'area di più fitta diffusione è costituita dalla massa centrale dei Ciaorléce e dai suoi pendii settentrionali e orientali, verso il pianoro di Pradis: assai meno frequenti esse sono invece nella metà occidentale della massa calcarea, cioè intorno ai dossoni del Valinis, del Cereis, del Ciarandeit e del Mulon.

Il tipo ora descritto rappresenta ordinariamente uno stadio più avanzato dello sviluppo delle cavità doliniche. Quando due o più doline, per il graduale estendersi del contorno, vengono a riunirsi, si originano le doline *doppie* o *multiple*, frequentissime sull'altipiano, in cui le singole conche seguitano a crescere le une indipendentemente dalle altre. Se le cavità sono scaglionate lungo un pendio, col concreocere le une con le altre, finiscono col formare delle vallecole a decorso un po' tortuoso, con dilatazioni e restringimenti successivi e a profilo longitudinale a piccole conche (*doline a cascata*) anzichè a pendenza continua come nei comuni solchi delle acque di scorrimento superficiale. Lungo queste docce, assai spesso prive di sbocco, vengono a raccogliersi le acque che traboccano di cavità in cavità appena il loro livello supera le pareti divisorie. A ciò è dovuto l'apparente allinearsi di una o più serie di doline, frequente soprattutto nel versante orientale e settentrionale dell'altipiano, di cui un esempio ci è offerto dall'unita figura, assai schematica, ricayata dalla tavoletta di « Castelnuovo ».

La formazione di alcune delle vallecole più notevoli che solcano la superficie dell'altipiano, ripetono appunto questa

origine. Esse somigliano a vallecole di erosione superficiale ma se ne distinguono assai bene per il loro andamento tortuoso e spesso mal definito a causa delle numerose cavità a-

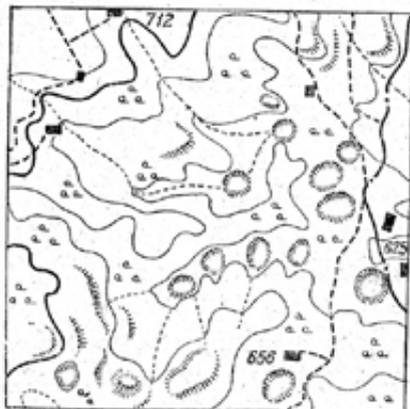


Fig. 4

Esempio di doline allineate sul fondo di vallecole carsiche. Scala 1 a 10 mila.

sorbenti aperte sul fondo, per l'alveo poco inciso e perchè ordinariamente terminano in un'area o in una conca a emungimento sotterraneo. Così dalla fusione di numerose doline, in un più avanzato grado di evoluzione, sulle aree orizzontali si originano conche di diametro sempre maggiore: sui pendii invece depressioni longitudinali via via più profonde.

Descrizione di alcune vallecole carsiche. — Un esempio

cospicuo di vallecola carsica ci è offerto dal rio Manzòn che scende con irregolare ventaglio all'angolo sudorientale dell'altipiano. Il corso dei vari rigagnoli non è così ben definito come apparisce dalla tavoletta «Castelnovo», ma ciascun solco è segnato da una successione di cavità doliniformi scaglionate lungo la linea di fondo di una depressione comune. Le singole vallecole portano acqua solo eccezionalmente e le precipitazioni vengono assorbite dal fondo crepacciato del solco torrentizio. Dopo la sua giunzione col rio Plans, il rio Manzòn s'insolca in un letto meglio precisato che traversa un'area prativa, depressa e pianeggiante (m. 480 in media), detta i *Pláns* (i piani), ricoperta di uno strato potente di terra rossa ⁽¹⁾ e costellata di doline di cedimento o sprofondamento. Giunto alla base del Col Plait (m. 562) il rivolo devia bruscamente a nord e scende con lieve pendenza entro un letto incassato fra rocce e detrito, fino a sboccare nel cosiddetto *Plán della Val* (m. 380 circa) a nord del Col de la Siera. Quest'ultimo tratto della valle ha fondo piatto, erboso, co-

(1) Questo strato di eluvio decalcificato consente lo sviluppo del castagno, pianta, com'è noto, eminentemente calcifuga.

perto di eluvio e sparso di un gruppo di doline di cedimento: esso è chiuso a valle da un breve orlo rialzato, per cui le acque non trovano sfogo superficiale ma ristagnano nella conca e nelle doline finchè non vengono emunte sotterraneamente.

La valle, in quest'ultimo tratto ha un profilo trasversale dissimmetrico, essendo il fianco sinistro a dolce pendenza coincidente con le superfici dei banchi calcarei (inclinati di 25° a SE) e solcato di vallettine carsiche, mentre il più ripido orlo che si eleva sulla destra corrisponde alle testate tronche degli strati (inclinati di $30-40^\circ$ a SE). Quest'orlo decorre dal Cicul Taront (m. 534) al Col Plait (m. 562) e al Col della Siera, e la sua linea di vetta si raccorda con la superficie dell'altipiano di Pradis, mentre il fondo della depressione ne è in media di una ottantina di metri più basso. Pertanto l'origine delle cavità, dovuta essenzialmente al fenomeno carsico, risale ad un ciclo erosivo posteriore all'inizio dell'incisione della Cosa attraverso l'altipiano.

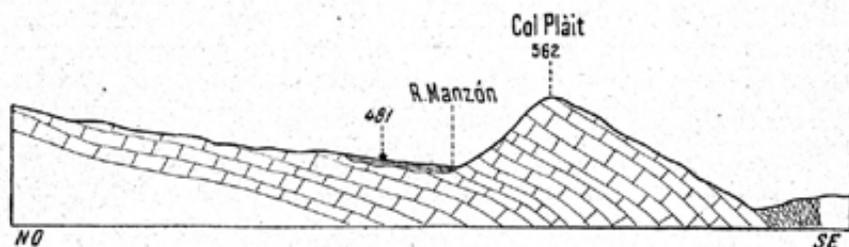


Fig. 5

Profilo trasversale della valle del Rio Manzón. Il fondo piatto della vallecicola è coperto di detrito e terra rossa: all'esterno della cupola calcarea si addossano gli strati eocenici. Scala 1 a 10 mila.

Altro esempio di vallecicola carsica ci è offerto dalla Val Maggiore che scende a Toppo, originandosi nell'*Agâr dai Ciavai* e nel *Plan dai Savôrs* (tav. « Maniago » verso Siérliz).

Il fondo della depressione è qui pure foracchiato di cavità assorbenti, almeno nel tratto superiore che scende anche con più dolce pendenza; il tratto inferiore invece è più ripido e incassato. Il torrente porta acqua nei periodi di piogge abbondanti, e sboccando nel piano viene a perdersi nella rete di stradicciole campestri a sud di Toppo. Nella parte superiore della vallecicola prevale senza dubbio l'azione carsica ma nel

tratto inferiore la ripidezza del pendio consente alle acque di mantenersi in parte alla superficie, esercitandovi un'azione erosiva. Il Rug, che scende dal Col Taront, e i numerosi solchi ripidi e poco profondi che incidono il pendio meridionale dell'altipiano fra Meduno e Travesio, sono altrettanti esempi di torrentelli a corso effimero ed intermittente incisi dalla erosione superficiale.

Tipici esempi di vallettine carsiche, ordinariamente asciutte e prive anzi di un solco torrentizio ben definito e di un normale deflusso superficiale, sono quelle che scendono fra le malghe Favidale e Selvapiana e che terminano in cavità assorbenti nel ripiano di Ciavuiánes, sulla destra del rio Secco; inoltre la valle dell'Agâr sotto la malga Vallón, che viene a morire davanti lo stavolo dell'Ors, e infine, per citare una delle principali, quella del *Lagaron*, fra il Valínis e il Ciaorlécc, profondamente incisa, a decorso sinuoso e a fondo sparso di doline.

Sull'altipiano di Pradis vengono a terminare dei torrentelli, di cui alcuni a corso perenne, alimentati da sorgenti che si originano nell'Eocene al contatto con le masse dolomitiche del m. Dagn e del m. Rossa e con la cupola cretacea del monte Pala. I più importanti, come la Cosa e il Molát, hanno inciso profondamente l'altipiano riuscendo a traversarlo; ma i ruscelli minori appena raggiungono la superficie del ripiano calcareo vi terminano in cavità assorbenti.

Un caso intermedio fra questi due tipi ci è offerto dal rugo che nasce dalla fonte Tréncie (tav. «Castelnovo») sotto il Pala, e scende in una vallettina scavata nel *flysch* sino a sboccare sul ripiano calcareo a Fornez dove in tempi normali resta a secco. Con acque abbondanti, il rigagnolo sèguita con dolce pendenza verso Alcés, a fianco della strada, finchè svolta bruscamente cacciandosi in un solco profondo che scende a cascata nella Cosa. La giacitura dai banchi calcarei, prossimi all'orizzontale e non molto fessurati, preserva il rigagnolo da un più rapido prosciugamento.

SOLCATURE CARSCICHE

I solchi carsici, per quanto un po' diffusi su tutta la superficie dell'altipiano, sono però frequenti in modo particolare sull'area culminante del Ciaorlécc. Intorno alla vetta, verso la malga Tâmer (m. 1116) e la casera Fossór e nelle località chiamate *Merîes* e la *Clapada*, i grossi banchi di calcare compatto, piuttosto tenero, spesso fossilifero, sono messi a nudo secondo i piani di sedimentazione e costituiscono dei tavolati suborizzontali o inclinati in media di una decina di gradi, incisi da crepaccie di varia entità e per lo più fittamente disposte.



Fig. 6

Pilastro roccioso presso la malga Tâmer. Le linee verticali indicano le fessurazioni della roccia disposte normalmente ai piani di stratificazione.

La mancanza di una profonda e fitta fessurazione della roccia, dovuta in parte alla sua stessa natura oltrechè alla leggera torsione subita dalla volta dell'ellissoide, ha permesso che l'incisione si svolgesse secondo un'unica direzione prevalente che coincide con quella di massima pendenza dello strato. In uno stesso campo si possono osservare ordinariamente solchi in vari stadi di evoluzione: da incisive appena marcate, in forma di gore o docce a sezione trasversale semicircolare o semiellittica, si passa per gradi infiniti a fessure profonde alcuni metri; tutte per lo più a decorso rettilineo o tortuoso, più spesso parallele fra loro ma talvolta confluenti le une nelle altre. Alcune crepaccie trasversali, sviluppate lungo le fessurazioni della roccia, intersecano e interrompono il sistema dei solchi paralleli. I setti divisorii hanno spessore vario secondo la fittezza e la larghezza dei solchi e hanno la sommità pianeggiante, o arrotondata, ovvero sottile e affilata: dei fori alla base mettono a volte in comunicazione i solchi contigui. Le lame rocciose verticali e tutta la roccia in genere appare minutamente scannellata e a struttura concoide con costoline acute e con nuclei sporgenti in corrispondenza alle parti meno solubili, come i frammenti di fossili spatizzati.

Per la mancanza di nuclei più teneri, la roccia si presenta di rado cariata, con alveoli e tasche in cui trovano ricetto cuscinetti di muschi. Il fondo dei solchi è d'ordinario a pendenza uniforme, ma a volte è foggiato a piccole cavità, in forma di scodellette.

Questo è in genere l'aspetto dei campi di solchi meglio conservati e in via d'evoluzione. Ma in uno stadio più avanzato, le pareti divisorie vengono incise, spezzate e distrutte, per cui i solchi perdono la loro individualità ed aumentano di larghezza. I pezzi di roccia che restano al fondo e il terriccio che vi si accumula permettono l'insediarsi della vegetazione erbacea, in prevalenza delle piante ombrofile o di arbusti che insinuano i loro rizomi e le radici negli interstizi della roccia. Il terriccio pregno di umidità e l'azione degli acidi delle piante continuano il processo di corrosione della roccia secondo le cavità esistenti, ma con processo ben diverso e più irregolare di quello delle acque scorrenti. Inoltre le acque di precipitazione meteorica, trovando inceppato il proprio deflusso lungo la superficie, tendono a penetrare attraverso le fessurazioni più profonde della roccia che allargano via via, originando delle cavità doliniformi o delle voragini, per cui in definitiva il tavolato rimane diviso e distrutto.

Nell'evoluzione dei solchi ha una fondamentale importanza



Fig. 8

Profili di campi carsici presso Fossór, in vario stadio di evoluzione.



Fig. 7

Risalto roccioso presso la malga Tàmer. Distacco di massi secondo i piani di giunta.

la presenza dei piani di giunta che separano le singole bancate rocciose. Quando le prime solcature o le crepaccie trasversali raggiungono le fessure di giunta, l'acqua che penetra dall'esterno vi si espande in veli liquidi e le allarga; poi, via

via che i singoli solchi incidono la superficie dello strato inferiore, le pareti divisorie cadono in pezzi e quando la degradazione del banco superiore è assai inoltrata, la nuova superficie messa a nudo è cosparsa di massi isolati, disposti assai spesso in serie lineari. L'erosione carsica frattanto prende a intaccare e a solcare il nuovo strato, spesso secondo le stesse linee direttrici dei solchi scomparsi, in un modo analogo in un certo senso alla sovraescavazione dei solchi e delle valli di erosione normale (valli e gole epigenetiche). Così si riprende, per *ringiovanimento*, un nuovo cielo.

VORAGINI.

Tanto dalle doline come dai solchi carsici è graduale il passaggio alle voragini e alle fessure-voragini. Quando l'erosione meccanica e specialmente quella chimica si esercita lungo una fessura o poche fessure fortemente inclinate, la cavità tende a crescere in prevalenza nel senso verticale. I solchi carsici più profondi costituiscono fessure-voragini o voragini se terminano in cavità verticali non molto allungate.

Le doline a pozzo con pareti rocciose ertissime e col fondo poco ampio, costituiscono propriamente delle forme di passaggio alle voragini: ma la loro separazione da queste ultime non è punto precisa, anzi in molti casi affatto arbitraria. In via convenzionale si possono ascrivere alle voragini tutte quelle cavità dovute a un processo di erosione carsica con pareti subverticali o strapiombanti, di cui la profondità supera il diametro massimo dell'apertura⁽¹⁾. Con ciò tuttavia non si eviteranno i casi di forme la cui classificazione può rimanere incerta, ma questo fatto è naturale conseguenza dell'intima connessione tra le varie forme carsiche. Non è raro poi il caso di doline che mettono al fondo a vere e proprie voragini (*doline-voragini*); o, inversamente, di voragini poco profonde che per degradazione dei fianchi o per fusione con cavità vicine entrano nel novero delle doline.

(¹) Lo CVIJC (*Das Karstphänomen*, « Geogr. Abhandl. v. Penck », Vienna, 1893) raggruppa nelle *doline a pozzo* le cavità a pareti verticali o ripidissime con diametro superiore alla profondità o per lo meno nel rapporto di 20:15.

Lo stesso si può ripetere per quanto riguarda i solchi carsici; quando al fondo di essi venga messa a nudo qualche fenditura o canale, l'acqua che vi penetra a mano a mano l'ingrandisce e l'approfonda. Questo tipo di voragine spesso conserva la forma stretta ed allungata del solco carsico: se però l'erosione si svolge all'incrocio di due o più diaclasi, la sua apertura e le sezioni orizzontali dell'interno tendono invece alla forma circolare.

Nell'altipiano del Ciaorlécc gli esempi di tutti questi tipi svariati di forme carsiche sono oltremodo frequenti. Nelle pagine che seguono ne descriveremo alcune poche soltanto e tra esse alcune voragini fra le più profonde del Friuli, le quali però ancora attendono di essere esplorate. Oltre a quelle qui ricordate, sull'altipiano esistono parecchie altre voragini, o non conosciute, o che non mi sono state indicate o che infine non mi è riuscito di rintracciare.

1. Piccola voragine (¹) presso la fontana Meriis (m. 1033), pochi passi a valle della sorgente, accanto al sentiero. Ha una apertura a contorno assai irregolare; le pareti di nuda roccia, scendono quasi a picco per m. 7,5: verso SSO la voragine si prolunga in una breve fenditura. È aperta nei calcari biancastri, compatti, fossiliferi, disposti in grossi banchi inclinati di una decina di gradi a sud.

2. Una seconda voragine si apre a NW della precedente, lungo il sentiero che conduce alla malga Tamer, passando fra la vetta del Ciaorlécc e il Paladin, presso la sorgente del *Coloséet* (circa m. 1060 s. m.). Si trova in mezzo ad un'area rocciosa profondamente crepacciata, con solchi a volte assai profondi. L'apertura è allungata, irregolare, coi margini erosi e scannellati. A 7 m. di profondità v'è una breve cornice che restringe la voragine in forma di fessura: le pareti sono verticali. Lo scandaglio raggiunse la profondità massima di m. 22. Questa voragine costituisce un bel'esempio di solco carsico approfondito.

3. La *Cévola* (²) dal Ciaorlécc per profondità è la se-

(¹) È già ricordata nella mia nota precedente.

(²) *Cévola, ceula, ceule, riceule*, termine frequente nel Friuli a indicare dolina o voragine.

conda voragine dell'altipiano e la prima per ampiezza di apertura.

Si trova a 1104 m. (aner.), ai piedi di un pendio erboso, sul sentiero che dalla fontana Meriis conduce, con un ampio giro, alla fontana Tácia, circa 370 m. a ESE della prima sorgente. È scavata nei calcari bianchi, fossiliferi, disposti in grossi strati inclinati di dieci gradi a SSE. L'apertura ha un contorno grossolanamente quadrangolare, contornata da alberi e arbusti (faggi, noccioli, ecc.). Le pareti, per quanto si può vedere, scendono a picco o a strapiombo. Lo scandaglio, calato dall'orlo meridionale, è disceso senza toccare roccia sino a 91,5 m. I massi lasciati cadere nell'interno, arrivano al fondo in 5", producendo un'ampia risonanza dovuta all'ampiezza della voragine.

4. La *Cévola di Piero* (¹) ricordata nella relazione precedente, si apre su un costone erboso, nel versante sud-orientale del Ciaorlécc, circa 200 m. a SE della casera de Zorzi (m. 807) e a m. 765 s. m. La voragine si apre nel fondo d'una dolina a pozzo, scavata negli strati calcarei suborizzontali, che scende con pareti ertissime o verticali coperte di festoni erbosi e di cespugli. Si può calare sul fondo della dolina all'angolo sud-est: il suolo è coperto di ciarpame vegetale. L'imboccatura della voragine è chiusa per metà da un grosso macigno fattovi cadere dentro, il quale lascia scoperto un orifizio quadrangolare m. 1 × 1 di diametro. Lo scandaglio discese senza toccare roccia sino a m. 72 dall'orlo del masso (m. 77 dal ciglione della dolina).

5. La più profonda voragine dell'altipiano finora conosciuta, è la *Cévola da la libertât* che si apre circa una settantina di metri a sud della piramide trigonometrica del Ciaorlécc, nel fondo di una dolina stretta ed allungata aperta lungo una diaclasi e chiusa da rocce su cui allignano faggi, salici e cespì di rododendri e di graminacee (²).

(¹) Dal nome di un montanaro che vi si è gettato dentro a scopo di suicidio: il cadavere venne poi tirato fuori.

(²) Nell'escursione al Ciaorlécc compiuta nel settembre 1914 non ero riuscito a trovare la voragine. Per arrivarvi senza guida, è opportuno prima di ricercare la piramide trigonometrica; di qui dirigendosi a sud, si trova l'imboccatura della dolina (al margine v'è un piccolo abete) contornata da alberi, in fondo alla quale si trova l'apertura dell'abisso.

Lo scandaglio sfiora più volte la roccia prima di toccare il fondo; e i sassi che vi si lasciano cadere dentro rimbalzano ripetutamente: ciò dimostra che la voragine non è verticale o per lo meno a pareti con sporgenze a varia altezza. La profondità è di circa 104 metri rispetto al punto più basso accessibile della dolina e di 110 m. rispetto alle rocce più elevate al margine della conca.

6-7. L'area culminante del Ciaorlécc (¹) è costituita da un nudo tavolato roccioso, coperto di radi cespugli di faggio. I grossi banchi di calcare compatto, messi a nudo secondo i piani di sedimentazione e disposti quasi orizzontalmente, appaiono divisi e crivellati da crepacce e da doline e seminati da massi isolati e scolpiti dall'erosione carsica. Fra le infinite sfioracchiature del suolo osservai due piccole voragini profonde m. 15,5, l'una in forma di fessura, l'altra cilindrica e a pareti verticali col fondo chiuso.

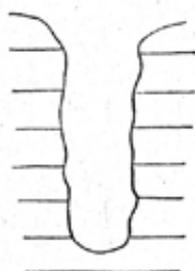


Fig. 9
Sezione verticale
di una voragine
presso la vetta del
Ciaorlécc.

8. Un'altra minuscola voragine, descritta nella mia precedente relazione, si apre a circa 150 m. a est della piramide trigonometrica del Ciaorlécc, verso i 1120 m. s. m., presso il sentiero a sud della fon-

8. Un'altra minuscola voragine, descritta nella mia precedente relazione, si apre a circa 150 m. a est della piramide trigonometrica del Ciaorlécc, verso i 1120 m. s. m., presso il sentiero a sud della fon-

(¹) La forma poco ondulata dell'area preminente del Ciaorlécc e le infinite asperità del terreno eminentemente carsico, non consentono di individuarne con sicurezza il punto più elevato. La piramide trigonometrica, cui spetta l'altitudine di 1148 m., sorge quasi al centro della parte più elevata dell'altipiano: sulla tavoletta « Castelnuovo » (rilevamento 1910) figura però un'altra quota 1148, che si riferisce ad un risalto roccioso situato 400 m. a NW della piramide, presso il sentiero che passa fra il Ciaorlécc e il Paladin e che conduce alla malga Támer. Sul quadrante al 50 mila « Maniago » (rilevamento 1891) esiste una quota 1149 che riportata sulla nuova tavoletta, cade in corrispondenza ad una specie di rilievo arginiforme, giusto a metà distanza tra la malga Támer e la fontana Tacìa. Il rilievo in parola, figurato un po' schematicamente sulla carta, è costituito da un nudo tavolato calcareo a solchi carsici, che si spicca sopra il sentiero a guisa di muraglia e al quale pertanto spetterebbe la massima altitudine dell'altipiano del Ciaorlécc. Durante le mie escursioni (passai in tutto quattro volte presso la vetta) non ho prestato attenzione sufficiente a questo fatto, che però desidero risolvere la prossima estate.

tana Tacia. Ha un'ampia apertura, pareti quasi a picco ed è profonda una quindicina di metri.

9. Dello stesso tipo di quella ora descritta è un'altra dolina-voragine, pure citata nella mia nota, che si trova a occidente del Ciaorlécc, lungo il sentiero che unisce la malga Tamer alla cima del Paladin, verso i 1100 m. s. m. Ha una apertura piuttosto ampia, a contorno irregolare ed è profonda 20 m. al massimo. Le pareti ed il fondo sono coperti di arbusti e zolle erbose.

10. Nel pendio settentrionale dell'altipiano, a sud dello stavolo dell'Agâr da l'Ors (tav. « Pielungo » e « Castelnovo ») verso i 710 m. s. m., in mezzo ad un pendio roccioso con cespugli e magro pascolo, si apre una dolina di forma ovale allungata, la *Cévola dai pucíz*, del diametro massimo di 12 m. Sul fondo della conca, dietro una roccia, v'è uno stretto orifizio, nascosto da pietre, che mette in una voragine profonda m. 36.

11. Poco a valle della fonte del Rugát (m. 800), sul fondo d'una vallecola carsica interrotta da doline, in mezzo alla bosaglia, si trova la *Cévola dal prédi*. Ha uno stretto orifizio in forma di fessura, m. 1.5×1 di dimensioni; le pareti, almeno dappprincipio, scendono a picco: ha una profondità di 25 m. La voragine è scavata in corrispondenza a una diaclasi normale ai banchi calcarei che si prolunga da un lato in un solco nella roccia, dall'altro lungo il margine rettilineo della dolina.

12-13. Un esempio tipico di fessura-voragine si trova a lato del sentiero che unisce la malga Vallón con la fonte *des Scióres*, in mezzo alla faggeta. La fenditura è lunga una ventina di metri e scende per 10-11 m. con pareti a picco, normali ai piani di stratificazione della roccia. Il fondo è coperto da un soffice strato di fogliame ed è largo da 1 m. a 2 al massimo.

Poco discosta, si apre un'altra fessura, del tutto analoga alla precedente e profonda una quindicina di metri.

Questo tipo di fessure-voragini è del resto assai frequente nell'altipiano ed enumerarle tutte è quasi impossibile.

GROTTE E SORGENTI.

Finora si avevano ben scarse notizie sulle grotte del Ciaorlécc di cui tre furono da me illustrate nelle precedenti annate di questa rivista. Durante la ultima serie di escursioni ne ho segnalato ed esplorato altre numerose, però, ad eccezione di una soltanto, tutte di scarso sviluppo superficiale sebbene molto interessanti per lo studio dell'idrografia sotterranea della regione. Qui di sèguito do di ciascuna una succinta descrizione, allegando di molte la planimetria e gli spaccati.

1. *Grotta del Fornát.* — È situata a nord della vetta del Ciaorlécc, non lungi dalla malga Tàmer alla quale è congiunta mediante un sentiero, nel pendio carsico coperto dalla faggeta. Venne ricordata per la prima volta dal BEARZI (') che la visitò nel 1899, ed è segnata sulla tavoletta «Castelnovo» che le attribuisce la quota di 1073 m. La grotta si apre al fondo di una dolina a pozzo, a contorno grossolanamente quadrangolare con la diagonale maggiore lunga circa 22 metri. Le pareti della dolina, scolpite nella viva roccia, scendono a picco quasi per tutti i lati, o anche a strapiombo, da un'altezza di 6-10 m., rotte da fessure e talvolta levigate dall'acqua cadente. La dolina è divisa quasi per metà da una specie di diaframma roccioso perforato alla base dove traversa la parte più profonda della cavità. Fra il detto tramezzo roccioso e la parete del pozzo, all'angolo NO, è come una specie di corridoio in discesa, per cui scende il sentiero il quale, passando sotto l'ampia arcata, mette sul fondo della dolina dinanzi all'imbocco della grotta. Il fondo è ineguale e seminato di qualche sasso: all'angolo rivolto a ovest esso comunica con una specie di sacca doliniforme.

La grotta si apre alla base della parete meridionale, a poca altezza dal suolo, fra le giunte delle grosse bancate di calcare biancastro, compatto ma piuttosto tenero, disposte quasi orizzontalmente, che costituiscono la superficie del

(') BEARZI (G.) — *Una spedizione al M. Turiet*, quotidiano «La Patria del Friuli», 14 aprile 1899. V. anche «In Alto», 1899, pag. 3.

monte. L'apertura ha forma ellittica, m. 1.1×1.8 , dalla quale esce un rivoletto o piuttosto uno stillicidio d'acqua, a cui vengono ad attingere i malghesi nel periodo della pastura. Il canale si sviluppa in

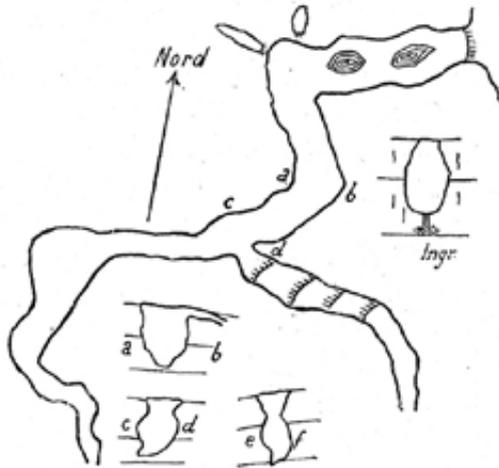


Fig. 10

Grotta del Fornat. Pianta e sezioni trasversali alla scala di 1 a 200.

dolce salita, con due brusche risvolte a gomito nel primo tratto che è lungo 10 m.: quindi si parte in due. Il ramo orientale, lungo pochi metri, si svolge in salita, col fondo seminato di detrito roccioso, di foglie e di pezzi di ramo, gradualmente restringendosi fino a diventare impraticabile.

L'altro braccio si sviluppa con una direzione prevalente a sud, però assai tortuoso e con una leggera dilatazione in corrispondenza alla risvolta più accentuata. Dopo 8-10 m. diventa così angusto che non è possibile di procedere innanzi.

Dal ramo orientale, il giorno della esplorazione (4 ottobre - ore 16 - cielo coperto) usciva una sensibile corrente d'aria, diretta verso l'ingresso, che deviava la fiamma della candela senza spegnerla.

La grotta - ripetiamo - si sviluppa lungo le giunte degli strati: difatti il tetto è costituito dovunque dal piano-limite d'una stessa bancata. Sul fondo roccioso, nel primo tratto della galleria si aprono due minuscoli pozzetti scavati dall'acqua corrente. In tempi normali la grotta è bagnata soltanto da stillicidi insignificanti, quasi perenni (cessarono però quasi del tutto durante le siccità del 1921 e 1922), che si raccolgono dinanzi all'apertura; durante gli acquazzoni la grotta però dev'essere percorsa da un sensibile - per quanto effimero - rivolo d'acqua, la quale deve penetrare dall'esterno per meati abbastanza ampi, come attestano i pezzi di ramo convogliati nel braccio orientale. La corrente d'aria che qui

si verifica, deve pure dipendere da una comunicazione abbastanza aperta coll'esterno.

L'acqua che esce dalla grotta viene poi assorbita dal fondo della dolina: la sua temperatura il 4 ottobre (ore 16) era di 6.°8 (aria esterna 8.°7).

La roccia nell'interno appare tappezzata da concrezioni a bitorzoli e a punte, talora quasi botrioidali, costituite di calcare tenero, spugnoso: rare e poco sviluppate le stalattiti; mancanti affatto le stalammiti.

Grotta-sorgente « des Scióres ». — È segnata nella tavoletta « Castelnovo » dove reca la quota 975. Si apre in mezzo a un'area rocciosa, carsica, orribilmente crepacciata e rivestita dalla faggeta, a SSE della malga Vallón o Selváz (m. 848), nel pendio settentrionale del Ciaorléce. Vi si arriva in un quarto d'ora dalla malga, per un sentieruolo da boscaioli.

Ha un'apertura bassa, allungata secondo i piani di stratificazione della roccia che sporge al di sopra a guisa di cornice, costituita di grossi banchi di calcare biancastro, compatto, piuttosto tenero, lievemente inclinati a nord. L'interno è formato da un'ampia caverna assai bassa, profonda 8 m., col suolo in dolceissima salita e sparso di pietrame e blocchi franati dal soffitto. Quest'ultimo è piano e inclinato verso l'interno finchè si congiunge col suolo. In fondo, a destra entrando, da due cunicoli impraticabili esce in periodi di pioggia un copioso ruscello che in tempi normali si riduce a un lieve stillicidio d'acqua. A sinistra invece si apre un breve canale in ascesa, cosparso di grossi blocchi di frana, che mette sul fondo di un ampio pozzo a pareti rocciose quasi verticali, quella meridionale anzi a strapiombo, alte più di una decina di metri.

Il fondo del pozzo è quasi piano e sparso di blocchi. La voragine è coperta quasi per metà da un diaframma roccioso orizzontale, alto due metri sul suolo e che presenta un'ampia apertura; esso è evidentemente il residuo di una volta più estesa in seguito parzialmente franata. Passando sotto di essa si accede nella grotta interna, che consta di un corridoio profondo una ventina di metri, col fondo roccioso in salita. Il canale è aperto lungo i piani di stratificazione e come ap-

pare dalle sezioni trasversali, risulta di un canale più basso e profondo, inciso nello spessore degli strati, sul cui fondo scorre l'acqua, mentre da un lato, in alto, il corridoio si allarga nella direzione delle giunte terminando in fessure stret-

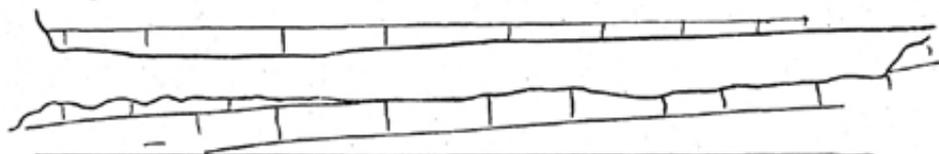


Fig. 10 bis
Profilo longitudinale della grotta del Fornát.

tissime. Da queste fessure, specie nel tratto più interno, in periodi di pioggia o di squagliamento delle nevi, esce abbondante l'acqua che riunitasi in un'unico ruscello penetra in un cunicolo davanti l'ingresso venendo a sboccare nella caverna inferiore.

Caverna alla fonte del Rácli (¹). — Sopra il sentiero che congiunge le malghe Vallón e Selvapiana con la casera Fossór (Tositti), a NE della cima del Ciaorlécc, s'innalza una parete di roccia, ora a picco e ora a strapiombo, costituita dalle grosse bancate calcaree inclinate a est di una decina di gradi e troncate normalmente alla loro superficie. Ai piedi di questo cornicione si apre una breve e spaziosa caverna, dall'ampia apertura irregolare, larga circa 6 m., che dà luce a tutto l'antro. La caverna è profonda una decina di metri: il fondo è piano e in dolce declivio verso l'esterno, sparso di pietrisco e con cuscinetti di musco e all'imboccatura con cepugli di noccioli. A destra dell'ingresso v'è un'ampia nicchia nella roccia, in cui, da una stretta fenditura in alto, almeno nei periodi di pioggia sgocciola dell'acqua. Il soffitto della caverna coincide col piano di uno strato ed è percorso nel senso della lunghezza da una fessura verticale la quale, verso l'ingresso traversa l'intero spessore della parete rocciosa mentre verso l'interno va a mano a mano restringendosi. Nella sua prosecuzione, in fondo e in alto nella caverna si apre un cunicolo da cui esce un filo d'acqua non perenne

(¹) *Rácli* in friulano significa palo di sostegno per le piante.

(temperatura 8°.3). In tempo di pioggia, lungo i margini della fessura v'è un forte sgocciolio d'acqua che penetra dalla superficie dell'altipiano.

Pochi passi a valle della caverna, entro un riparo di roccia protetto da uno strato sporgente a guisa di cornice si trova la fontana Racli indicata nella tavoletta. L'acqua esce da una fenditura aperta in alto, nel fondo d'una nicchia, che dopo 3-4 m. di percorso si restringe sino a diventare inaccessibile. Si arriva all'ingresso della fenditura inerpicandosi per una

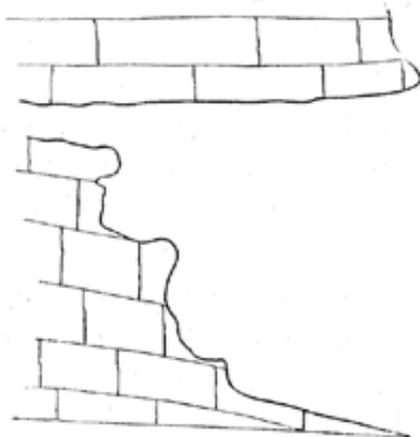


Fig. 11

Sezione del riparo sotto roccia alla fonte del Racli.

parete di roccia, alta 7 m., in cui furono scalpellati alcuni incavi per l'appiglio delle mani. La temperatura dell'acqua, il 7 ottobre scorso era di 8°.3 (aria 8°.7 - ore 10). Il gettito della sorgente - non perenne del resto - è in tempi normali del tutto insignificante: aumenta durante le piogge per diminuire poi rapidamente.

Grotta-sorgente dell'Agâr. — Si apre a 705 m. s. m.

circa, in un roccione che sporge sul fondo d'una vallecòla carsica, l'*Agâr da l'ághe*, la quale incavandosi sotto la malga Vallón discende verso la valle del Ciarsò terminando sur un ripiano seminato di doline dinanzi allo stavolo dell'Agâr (525 tavoletta « Pielungo »). Si entra nella grotta per un pendio in discesa verso l'interno, attraverso un'apertura grossolanamente triangolare, raggiungendo una prima saletta dal fondo quasi piano e sparso di pietrisco. A destra si apre un basso canale in salita che sbocca all'esterno mediante una fessura. A sinistra dell'ingresso, da un breve canale aperto un po' in alto, sopra il fondo, esce uno stillicidio d'acqua perenne (è la fonte segnata sulla tav. « Castelnovo »). Quindi, attraverso una stretta fenditura obliqua, su cui, da un breve orifizio immediatamente superiore, sgocciola dell'acqua, e discendendo per un basso gradino roccioso, si accede nella stanza interna della grotta, dal

fondo piatto, sparso di pietrame e dalla vòlta irregolare alta sino a 5 m. A destra è un breve diverticolo in ascesa finchè il pavimento e il soffitto si congiungono. La caverna si continua ancora per alcuni metri in un ampio canale in salita, con la vòlta alta sino a 3 m. e il fondo inclinato verso sud e coperto di terriccio e detrito roccioso.

La grotta, pure sviluppandosi nel complesso nel senso delle giunte degli strati, si rivela tuttavia parzialmente costituita per l'allargamento di alcune diaclasi.

La portata complessiva degli sgocciolii di acqua interni può valutarsi a qualche litro al minuto primo; la temperatura della sorgente all'ingresso, il 4 ottobre era di 11°.2 (aria all'esterno 12°.3 - ore 16 1/2).

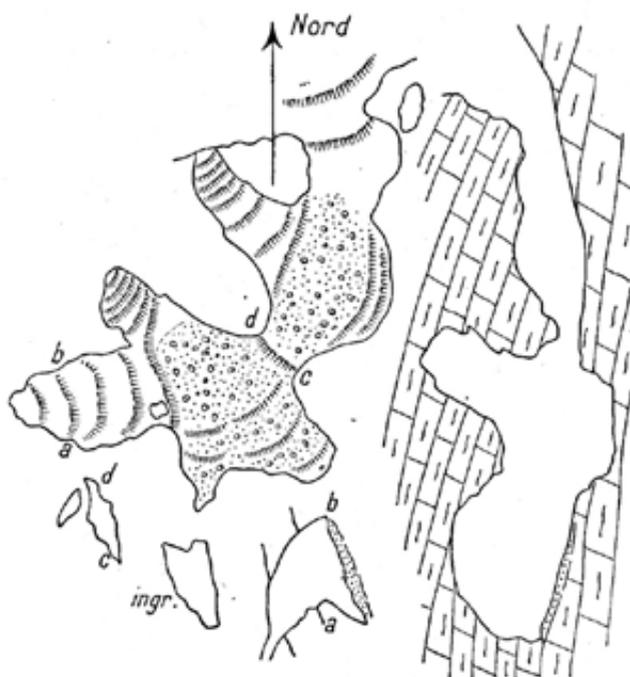


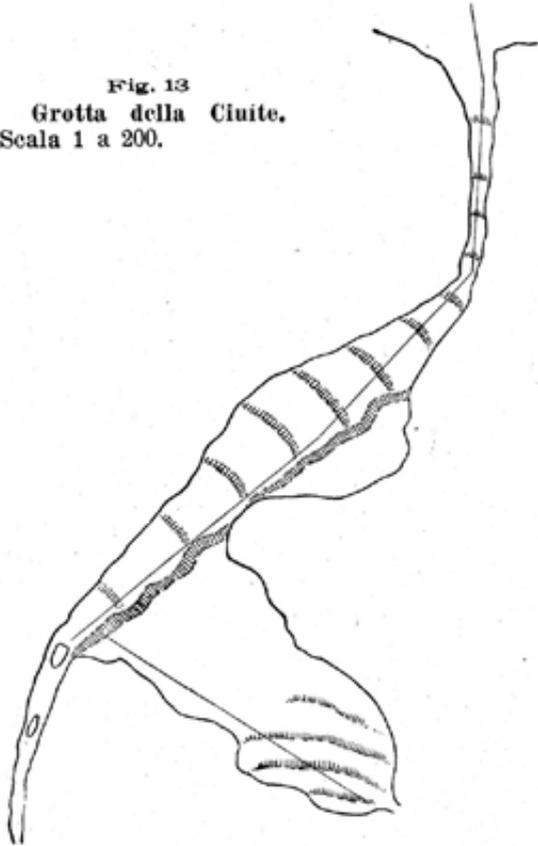
Fig. 12
Grotta dell'Agâr. Scala 1 a 200. Le sezioni trasversali e il profilo longitudinale della grotta vanno guardati girando la pagina verso sinistra.

Grotta sorgente della Ciuite. (1). — È situata sul fondo d'una dolina, nel bosco di faggi, circa 370 m. dalla malga Vallon nella direzione N pochi gradi E. L'apertura si trova alla base d'un roccione, a 756 m. s. m. circa, ed ha la forma d'una fessura un po' allungata alla base. Il canale, nel primo tratto lungo una decina di m., procede assai angusto a guisa

(1) *Ciuite*, friul. civetta.

di fessura alta da 2 a 4 m.: quindi si dilata: a sinistra, in alto, v'è una specie di ripiano aperto lungo le giunte degli strati. La galleria continua ancora per oltre una decina di m., facendosi sempre più stretta ma tuttavia assai alta, finchè s'incurva dolcemente divenendo impraticabile. Nell'ultimo tratto, a sinistra, a 2 m. dal fondo, la grotta si espande, nel senso delle giunte, in un ampio canale lungo 8 m., dal fondo roccioso leggermente inclinato e con la volta relativamente alta.

Fig. 13
Grotta della Ciuite,
Scala 1 a 200.



Il fondo della grotta è percorso da un rivoletto d'acqua che esce dal canale più profondo e che viene raccolto nell'interno e guidato fuori con una specie di gronda costituita di tronchi scavati: vi attingono i pastori della vicina malga (7 ott. - ore 8 - temperatura dell'acqua: 9°.6 - aria esterna: 9°.3). Durante le piogge il ruscello aumenta rapidamente la portata, ma per poche ore, e sboccando all'esterno viene assorbito dal fondo della dolina: un po' d'acqua esce anche dalle fessure aperte sul ripiano in alto più

vicino all'ingresso. Le pareti della grotta appaiono qua e là tappezzate di concrezioni bitorzolute: una grossa stalattite, a forma di borsa, con la superficie tutta irta di punte e costituita di un calcare tenero, farinoso, bianco - giallognolo, staccati dalla volta all'inizio dell'ampio canale laterale.

Grotta-sorgente « dal Volt ». (1) — È segnata sulla tavoletta « Castelnuovo » dove reca la quota 806: si apre sul pendio roccioso, accanto al sentiero che conduce in *Pecéet*. Discendendo da alcuni gradini incisi nella roccia, ci si trova dinanzi l'apertura che è relativamente ampia e irregolare. Il primo

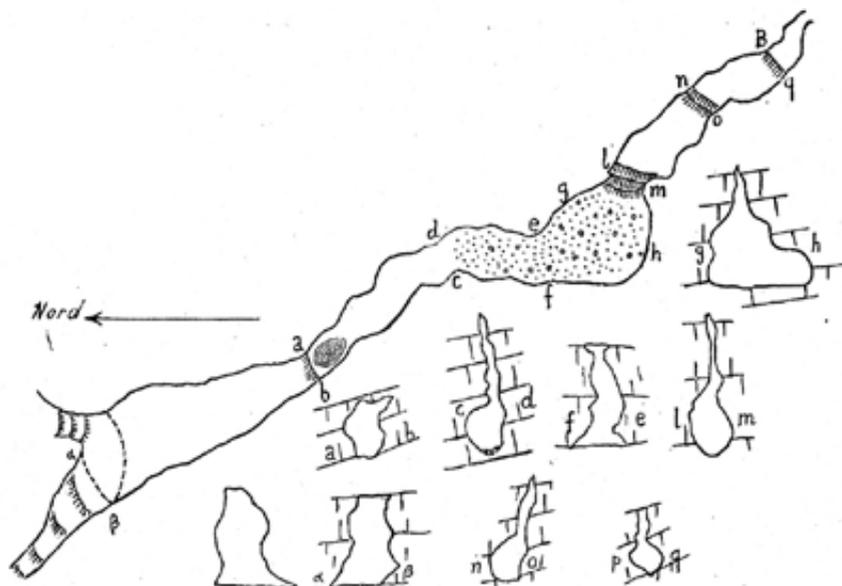


Fig. 14

Grotta del Völt. Pianta e sezioni trasversali, alla scala di 1 a 200.

tratto della grotta, lungo 6 m., ha fondo piano, sassoso e va restringendosi verso l'interno dove s'incontra in piccolo gradino dove s'incontra in piccolo gradino alto 70 cm. dietro il ciglio del quale è un minuscolo bacino

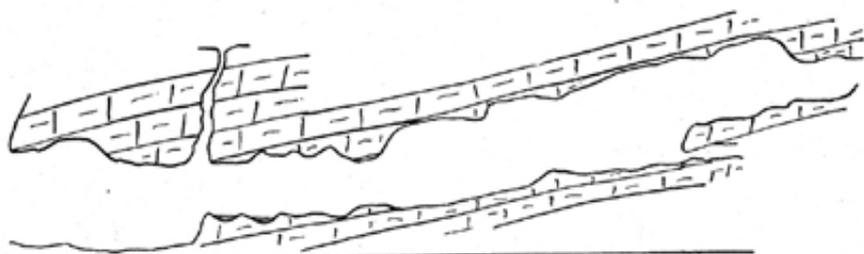


Fig. 14 bis

Grotta dal Völt. Profilo longitudinale alla scala di 1 a 200. La pendenza del fondo è alquanto esagerata.

(1) *Volt*, friul. arco, vòlta.

in roccia in cui si raccoglie l'acqua di stillicidio alla quale attingono i montanari (6 ott., alle ore 7 $\frac{1}{2}$, temp. acqua: 10°.5 - aria all'esterno: 11°.3). Subito nell'interno si trovano altri piccoli pozzetti, scavati nella roccia a guisa di minuscole marmitte, disposti in serie e riempiti parzialmente di ghiaia. Il corridoio devia quindi dolcemente e girando con ampia curva sbocca in una saletta a fondo roccioso, in dolce salita, coincidente con la superficie d'uno strato e sparso di detrito. Superato un secondo gradino, il canale diventa più angusto: alla base d'un terzo piccolo salto in roccia di 80 cm., si apre un piccolo orifizio da cui esce un po' d'acqua e una leggera corrente d'aria che devia ma non spegne la fiamma della candela. Tre metri più innanzi è ancora un piccolo gradino con due fori, uno alla base, l'altro al di sopra, che comunicano con un breve andito sottostante diviso a sua volta, mediante un diaframma roccioso pure forato, da una stanzetta inferiore. Il corridoio superiore svolta in corrispondenza ad una sporgenza della parete e diventa impraticabile.

La volta della grotta è in genere sufficientemente alta da permettere di procedere in piedi. Le sezioni trasversali presentano tutte la forma d'una fessura che si dilata alla base, corrispondente ad una diaclasi normale ai grossi strati calcarei i quali invece inclinano leggermente (15°) a nord, assecondando la pendenza della grotta. Nella stessa direzione di quest'ultima, davanti l'ingresso, si apre un canale in discesa che viene a sboccare più in basso, sotto il sentiero: in esso discende il ruscello che in tempo di pioggia sgorga dalla caverna.

Sorgente e pozzo assorbente del Rugát. — La sorgente del Rugát, segnata sulla tavoletta « Castelnovo », si trova a m. 808 s. m. sul fondo della vallecola carsica detta la *Buse lunge*, a ovest della malga Vallón. L'acqua esce dalle fessure della roccia calcarea e origina un rivoletto che scende subito a cascata da un gradino roccioso. Il giorno 6 ottobre scorso, con tempo piovoso, la sorgente aveva la portata di qualche decina di litri al minuto primo, ma in periodi normali il gettito diminuisce assai: la temperatura dell'acqua, alle ore 9.10 era di 10° (aria 13°.3).

Immediatamente a valle della sorgente, sul fondo della vallecola si apre un ampio pozzo naturale poco profondo. A sud e a est, le pareti sono rocciose e scendono a picco e anche

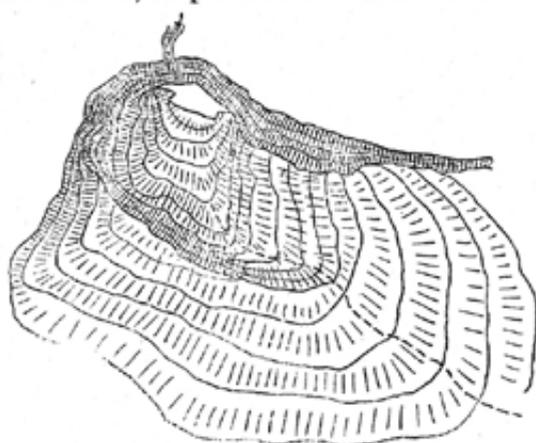


Fig. 15

Dolina - pozzo del Rugàt. Scala 1 a 200. In fondo al pozzo è segnata l'apertura della caverna la quale però rimane coperta dalla parete rocciosa soprastante.

a strapiombo: sui lati opposti i fianchi sono erbosi e declinano verso l'interno piuttosto dolcemente come in una dolina, finchè diventano rocciosi e inclinatissimi; per essi in un punto, si può scendere per qualche metro, sino a portarsi sotto la parete meridionale strapiombante della voragine. Dal ciglio di questa parete scende a cascata il ruscello

che trae origine dalla sorgente superiore e dalle acque che si raccolgono sul fondo della vallecola. In corrispondenza alla cascata, sul fondo roccioso si apre un pozzetto circolare: la roccia intorno appare tutta levigata e lubrica. Il pozzo si prolunga verso sud in una caverna in discesa, in cui non è possibile discendere a causa della lubricità della roccia. Gettando dei sassi nell'interno, vi si sente il tonfo della caduta in uno stagno. L'esplorazione della grotta è possibile soltanto in tempi di secca e con l'aiuto d'una corda.

Grotta-sorgente « del Láip » (1). — È aperta nei calcari della Creta, alcune decine di metri a nord della malga Favida (tavoletta « Castelnuovo »), circa all'altezza della casera (m. 773). Consta di un breve canale in discesa, in cui si accede discendendo per una gradinata artificiale, il quale internamente si allarga in una saletta a contorno subcircolare. Il canale in corrispondenza alla sezione *a-b* è stato ampliato

(1) Láip in friul. *truogolo*.

artificialmente. A sinistra della stanza interna si apre un ampio

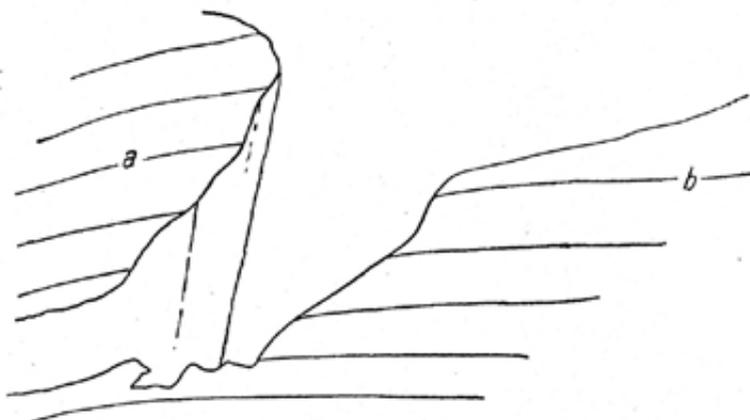


Fig. 15 bis
Sezione del pozzo, circa da sud a nord.

diverticolo, basso, che termina in una fessura impraticabile. In fondo alla saletta, a m. 1.2 sul pavimento è uno stretto cunicolo da cui esce un filo d'acqua il quale viene raccolto e poi condotto alla casera mediante una condotta metallica. Il 9 ottobre scorso, la temperatura dell'acqua nel-

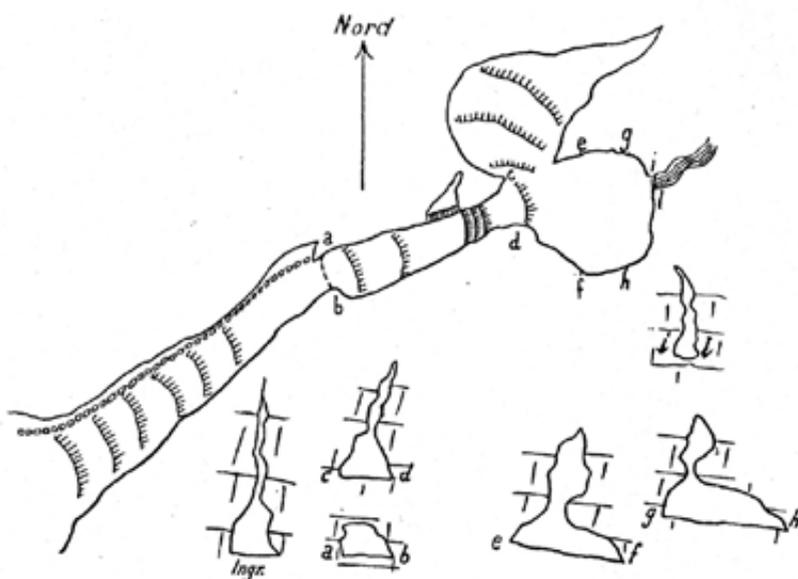


Fig. 16
Grotta « del Láip ». Scala 1 a 200.

l'interno della grotta era di $10^{\circ}.2$ (aria esterna: $10^{\circ}.7$ - ore $6 \frac{2}{3}$). La grotta è sviluppata prevalentemente nella direzione di un' unica fenditura, normale alla superficie degli strati inclinati di 15° circa a NE. Questa fenditura si prolunga all'esterno dapprima in un canale allo scoperto, che dà accesso alla galleria, quindi in un solco carsico. Le varie sezioni trasversali della grotta qui riportate mettono in chiaro la presenza della diaclasi.



Fig. 16 bis
Profilo longitudinale della grotta « del Iáip ». Scala 1 a 200.

La portata della fonte è insignificante in tempi normali (qualche litro al minuto primo, nei periodi di siccità ancora meno): ma dopo gli acquazzoni la grotta si riempie d'acqua che trabocca all'esterno originando un grosso ruscello. La levigatezza della roccia nell'interno dimostra quanto vi è ancora attiva l'azione erosiva dell'acqua.

Grotta de « lis Claupátis » (*).

— È un tipico esempio di grotta aperta lungo i piani di stratificazione della roccia. È situata nel pendio settentrionale dell'altipiano, a m. 870 s. m. e circa 180 m. a sud-est della grotta del Volt (tavoletta « Castelnuovo »). Ha un'ampia apertura obliqua, alla base di un roccione che sporge in mezzo al bosco, la quale dà accesso a un breve canale diretto in prevalenza a SE, che termina in un cunicolo in leggera salita e col suolo seminato di rocce. L'imboccatura si prolunga in una fessura orizzontale, parallela alla grotta, interrotta da un pilastro roccioso, per la quale filtra la luce. La galleria si allarga

(*) *Cláupa*, roccia e anche riparo sotto roccia, antro.

secondo le giunte degli strati ma ha il fondo inciso da una stretta gora con le pareti levigate, per la quale, in tempo di piena, scorre un copioso ruscello che ha convogliato nell'interno pezzi di rami e foglie. In tempi normali si verifica soltanto un leggero stillicidio d'acqua che si raccoglie in un pozzetto scavato nella roccia sul limitare della grotta. Il 6 ottobre scorso la temperatura dell'acqua era di 9° 9 (aria all'esterno: 12° 7 - ore: 11.40 m).



Fig. 17
Búse dal Patáf. Scala 1 a 200.

Búse dal Patáf. — Si apre a 920 s. m., nel fondo di una dolina, nella vallecicola carsica che traversa le località *Meriis* e la *Clapáda*. Consta di un breve canale, lungo 8 m. e diretto a ovest, col suolo in discesa verso l'interno e sparso di rocce. La grotta è aperta lungo una diaclasi normale alle bancate calcaree ivi inclinate di pochi gradi a sud e che si prolunga attraverso la volta.

Búse dal Cil.
— Piccolo antro aperto sul fondo d'una dolina nel solco della vallecicola sopra ricordata, a m. 940 s. m., in mezzo a un campo di solchi carsici semidistrutti. Il fondo è piano e sparso di massi. Il soffitto declina verso l'interno in coincidenza con la superficie di uno strato ed è traversato da

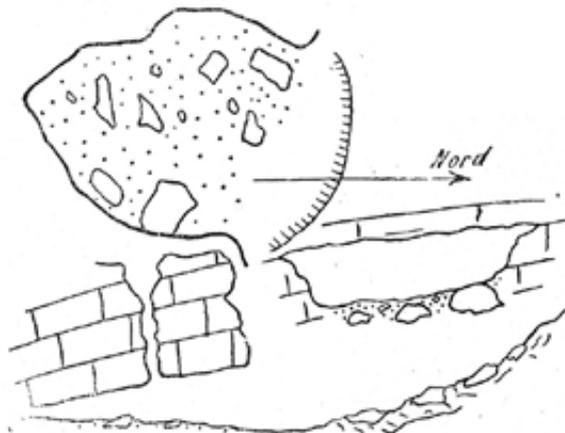


Fig. 18
Búse dal Cil. Scala 1 a 200. Pianta, profilo longitudinale ed apertura della caverna.

la superficie di uno strato ed è traversato da

una fenditura nella roccia che comunica con l'esterno a guisa di lucerniera.

Busate dal Férol. — Si apre a 475 s. m., sul fianco sinistro della valle del Ciarsò, circa sotto lo stavolo quotato 618 nella tavoletta « Tramonti ». Ha un'ampia apertura sub-quadrangolare, alta sino a 10 m. circa, che si vede assai bene percorrendo la mulattiera che scende da Sghittosa verso la Clevata. Vi si perviene inerpicandosi per un'erta costa boscosa sopra la nuova carrozzabile, circa dinanzi agli stavoli quotati 407 sulla destra del torrente e quindi deviando per un

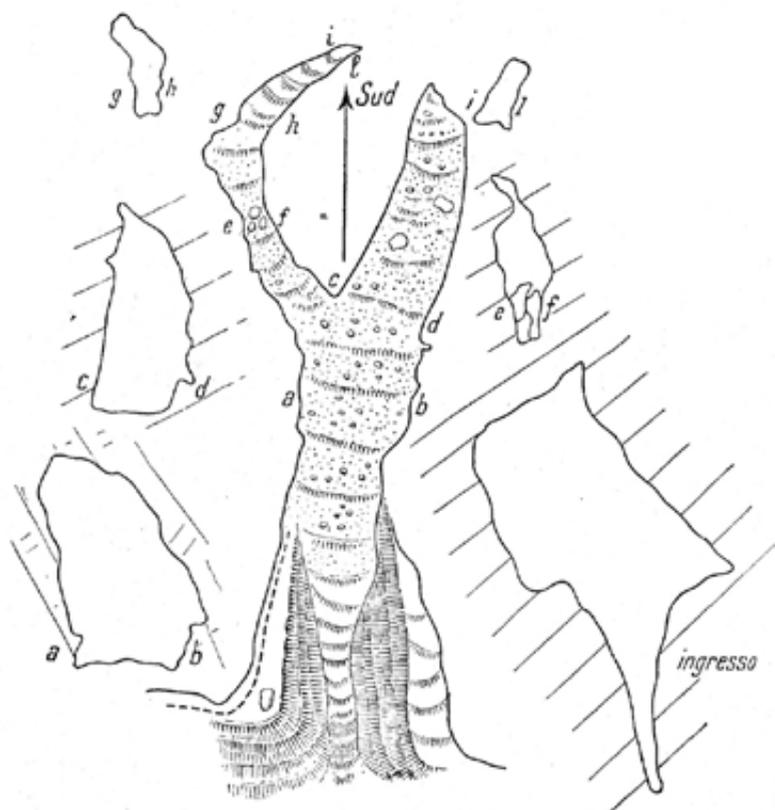


Fig. 10

Busate dal Férol. Pianta e sezioni trasversali alla scala di 1 a 400. Nella sezione *a-b* è indicata l'inclinazione delle diaclasi che intersecano la roccia in senso normale ai piani di stratificazione.

tratto orizzontalmente. La grotta consta di un primo canale quasi rettilineo e piuttosto ampio, bene illuminato, lungo una

ventina di metri, col fondo in salita e seminato di rocce su cui vegetano alcune Felci (*Scolopendrium vulgare*). Verso la imboccatura, il suolo va deprimendosi e incassandosi a ridosso della parete occidentale, sboccando all'esterno a guisa di una stretta gola: sul lato opposto se eleva uno stretto margine roccioso per cui si accede, in discesa, nell'interno della grotta.

La galleria si divide in due rami, di cui quello a destra procede quasi rettilinearmente, in salita, col suolo seminato di pietrisco e dopo una dozzina di m. di percorso termina in fessure strettissime. Il canale orientale è pure in salita, ma più angusto del precedente, scavato lungo fessure normali alle superfici degli strati. A un certo punto il canale è sbarcato da tre massi, incastrati fra le pareti, che lasciano però alla base spazio sufficiente per il passaggio d'una persona. La galleria piega quindi sensibilmente verso ovest e procede ancora per alcuni metri, sempre in salita o a cascata, finchè si chiude. Questo ramo appare scavato nel senso di un sistema di fessure verticali e talvolta va restringendosi dall'alto verso il basso. Appena a monte dei tre macigni innanzi ricordati, nella parete in alto si apre una specie di nicchia profonda che pare poi chiudersi. Anche il ramo principale è aperto secondo un sistema di fessure verticali, normali cioè ai piani di stratificazione, donde il contorno subquadrangolare delle sezioni trasversali.

All'estremità del canale più profondo, la roccia è rivestita da una sostanza calcarea, bianco-giallognola, pastosa, analoga al cosiddetto « latte di monte » o « *Mondmilch* », che in alcuni punti appare consolidata in forma di croste rugose e bitorzolute. Dalle fessure della roccia, stilla qua e là un po' d'acqua; dopo gli acquazzoni la grotta però dev'essere percorsa da un ruscello, che sbocca all'esterno lungo il solco stretto e dirupato inciso nella roccia presso l'ingresso.

La « *Cláupe das Caráboles* ». — Ampia caverna, però poco profonda, aperta a 486 m. s. m. sulla sponda destra del *Rú des Caráboles*, appena sopra la mulattiera che conduce a Meduno, presso la sua giunzione con la nuova strada per Campone. Ha un'ampia apertura lunga 14 m. e alta sino a

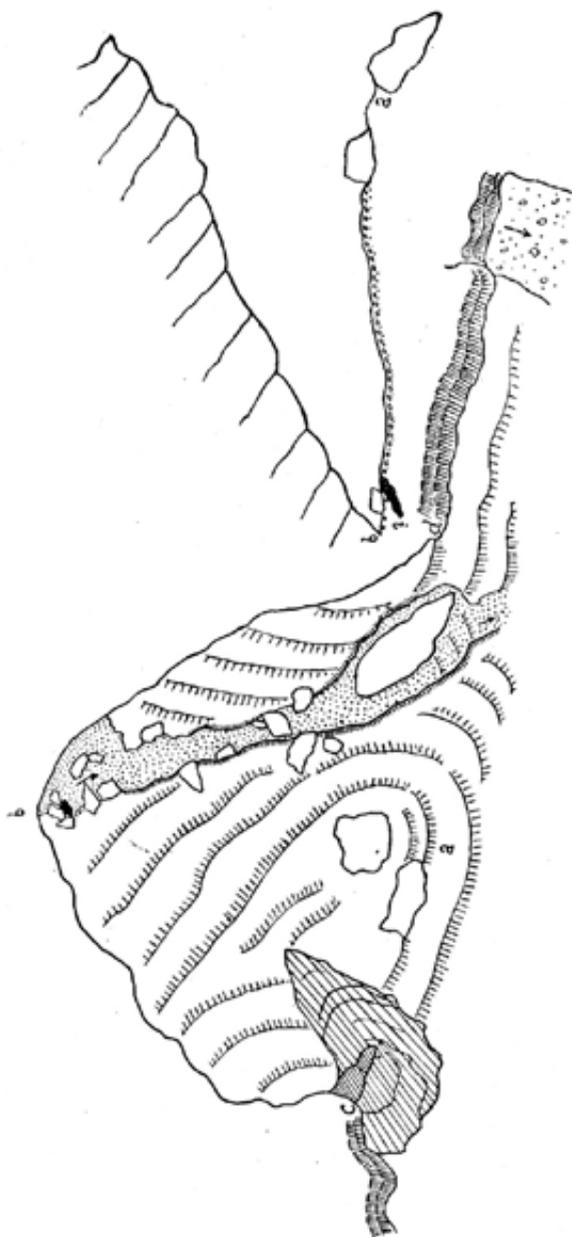


Fig. 20
La « *Claque des Carabolis* ». Scala 1 a 200. La macchia nera in fondo alla caverna indica l'orifizio di uscita delle acque.

6 m., a contorno subquadrangolare, protetta da un cornicione roccioso sporgente. Il fondo della caverna è in pendenza verso l'interno, costituito di terriccio con pietrisco e

seminato di qualche macigno: vi crescono alcune erbe amanti dell'ombra [(*Lamiacee*, *Geranium* e *Felci* (*Asplenium*)].



Fig. 20 bis
Apertura della grotta « das Caràboles ».

Il soffitto inclina verso l'interno ed è intersecato da fessure, alcune corrispondenti ai giunti degli strati, due invece normali alle giunte: di esse, la più profonda segue l'asse della caverna, e il soffitto vi converge dai due lati come ai piovanti d'un tetto. Circa nel punto più interno, si apre sul fondo uno stretto canale in discesa, assolutamente impraticabile, aperto fra due massi e con l'orifizio semiostruito da ghiaie calcaree, con ciottoli subsferici o ellissoidali levigati come confetti. Da questo cunicolo, corrispondente forse ad un sifone, durante le piogge violente sgorga un copioso ruscello che esce all'esterno lungo un alveo sassoso.

Búse dal Piciassát. — Si trova sulla destra del torrentello che scende dalla Forca Piccola quasi parallelamente alla mulattiera, sino a confluire col Ciarsò. Seguendo il sentiero che staccandosi dalla nuova carrozzabile al ponte sul *Rú de Piciassáte*, sale lungo il rivolo, in pochi minuti si arriva all'ingresso della minuscola caverna, a 434 m. s. m. L'apertura è lunga m. 8, alta al massimo m. 2.6, nascosta dalla vegetazione. La grotta consta di una prima sala aperta fra i piani di stratificazione, col pavimento di nuda roccia inclinato in coincidenza cogli strati. Dal fondo della sala, superato un piccolo salto (m. 1.5), si accede in un breve canale in salita, assai basso e scavato egualmente lungo le giunte, che termina in stretta fenditura. Ai piedi della cascata, nell'interno, si trova inciso nella roccia un minuscolo stagno che raccoglie alcuni stillicidi.

Dalla grotta durante i rovesci d'acqua esce un grosso ruscello effimero; la roccia del canale più interno su cui scorre l'acqua, appare tutta corrosa e scavata da faccette concoidali separate da spigoli vivi.

Le grotte di Pradis. — Le grotte di Pradis che ho già altra volta descritte ⁽¹⁾, si aprono circa a 520 m. s. m. appena sotto il ciglio dello sprone alla confluenza del torrente Molát con la Cosa, a sud di Gerecia (si chiamano gli *andris di Gércie* e sono segnate nella tav. «Castelnovo» con l'indicazione «le Grotte».) Si aprono con bocca piuttosto ampia: le due grotte orientali sono poco profonde; quella occidentale è lunga una cinquantina di metri e abbastanza ampia e spaziosa nell'interno. Il fondo declina verso l'interno ed è costituito di una terra argillosa bruno-rossastra, piuttosto fonda. Le tre cavità non hanno acqua corrente ma soltanto qualche stillicidio: nel complesso appaiono sviluppate secondo i piani di stratificazione del calcare, immersi con lieve inclinazione a nord.

Un po' a valle, nella ripida e scoscesa parete rocciosa sulla sinistra della forra della Cosa, verso i 520 m. s. m., è scavato l'*andri scûr* o *grote seure*, ampio riparo sotto roccia fondo circa 10 metri: poco discosto è l'*andri blanc* o *grote blanche*, una nicchia in roccia più piccola della precedente.

Grotta della «Fóos». — Si apre a circa 420 m. s. m. nel fianco sinistro della gola del Ciarsó, a sud di Sghittosa, nei calcari cretacei bianco-grigi, compatti, disposti in grossi banchi inclinati circa d'una trentina di gradi a NNE. Ha due bocche aperte a livello della nuova strada per Campone: l'una più piccola e inferiore, subquadrangolare, m. 1,2 × 1,3 di dimensioni; l'altra superiore, stretta ed allungata, della lunghezza di m. 5 per m. 1 d'altezza, aperta obliquamente rispetto alle giunte degli strati. La bocca inferiore (posta verso monte) mette in un breve canale in discesa, basso, diretto circa a sud, pel quale si accede in un ampio stanzone. L'ingresso superiore (verso valle) è diviso in tre parti da due

(1) FERUGLIO (EGIDIO) — *Alcune piccole grotte nelle valli del Cosa e dell'Arzino.* «Mondo Sottterraneo», anno IX (1913), pag. 131.

pilastri rocciosi e comunica con una galleria piuttosto ampia e bassa, dal fondo in discesa verso l'interno e sparso di pietrisco, la quale sbocca nella sala interno della grotta mediante un piccolo foro pel quale esce una leggera corrente d'aria.

La sala interna è divisa in due da una sensibile strozzatura dovuta all'accostarsi delle pareti. La prima stanza, circa 6×12 m., ha fondo quasi piano e in dolce pendenza verso l'interno, coperto di terra e detrito roccioso: la volta è alta da 2 a 4 m. sul suolo. La stanza più interna è diretta circa da nord a sud per una lunghezza di 12 metri e una larghezza di 6-7 m.: il suolo è occupato da un grande cumulo di ghiaia e la volta è alta sino a 7-8 m. Da questa sala si parte verso ONO un ampio canale col fondo in salita, coperto di pietre e limo: il soffitto va gradualmente accostandosi al suolo verso l'interno della galleria che termina in strette fessure semi-ostruite da depositi di limo: da queste fenditure, in tempo di pioggia, esce probabilmente un copioso ruscello.

La grotta si prolunga verso sud, nella direzione della sala interna, con un canale in discesa via via restringentesi verso l'interno: dopo 11 m. si trova uno stagno d'acqua piuttosto profondo che non ci fu possibile di guardare. L'esplorazione completa della grotta può essere compiuta soltanto in periodo di siccità o con l'aiuto di un galleggiante (¹). Secondo informazioni avute a Campone da persone che avevano percorsa tutta la grotta, pare che questa si continui con un unico canale della lunghezza complessiva di oltre 400 m.

In tempo di pioggia abbondante, la grotta dà sfogo da un grosso torrente d'acqua.

Sorgente Meriis. — È situata a 1083 m. (tav. « Castelnovo ») sul pendio meridionale del Ciaorlécc: leggera trapelazione d'acqua lungo le giunte degli strati calcarei inclinati di pochi gradi a sud: l'acqua ristagna e si perde a pochi passi, fra i cespi di piante erbacee.

Sorgente Colosét. — Non segnata nella tavoletta, si trova circa 200 m. a NW della precedente, sotto il sentiero per

(¹) Ometto qui la pianta e gli spaccati della parte esplorata della grotta, perchè fo' conto di completarne l'esplorazione il prossimo anno.

malga Tamer, verso i 1060 m. s. m. È un insignificante stillicidio d'acqua, non perenne. Il 4 ottobre scorso era a secco.

Sorgente Tácia. — Pure indicata sulla tavoletta, a NE della vetta del Ciaorlécc, a m. 1112. Leggera trapelazione dalla roccia, non costante.

Sorgente Pecéet. — Sul pendio settentrionale del Ciaorlécc, nel bosco di faggi, a 952 m. (tav. «Castelnovo»). Stillicidio non perenne, al contatto delle zolle erbose con la superficie della roccia.

Fonte del Pocít. — Segnata sulla tavoletta «Castelnovo» a m. 532 s. m., sul fondo dell'alveo del rio Secco, lungo la mulattiera da Pradis agli stavoli Ciavuianes. Minuscolo stillicidio dai calcari, non perenne. L'ottobre scorso, temperatura dell'acqua: 11°8 (aria: 13°4 - ore: 15,20^m).

Sorgente Támer di Toppo. — Alimenta l'acquedotto di Toppo. Si trova a 618 m. s. m. circa, sul fondo della valletta che discende a Toppo solcando il pendio meridionale dell'altipiano. Le sorgenti, secondo le notizie riferite dal TELLINI (¹), sono quattro, denominate *Samassa, del Bus, del Tamer,* e della *Traghia*, ma vicinissime ed allacciate poi fra di loro. Sgorgano dai calcari cretacei che, secondo informazioni che ho avuto sul luogo, conterrebbero delle intercalazioni di marna verdastra. Le sorgenti (TELLINI), il 17 aprile 1894, in periodo di massima siccità, davano tutte assieme litri 0.233 al secondo: in tempi normali la portata è tripla. L'acqua non soffre intorbidamenti ed è giudicata ottima dagli abitanti.

Il 5 sett. 1914, alla camera di raccolta misurai la temperatura di 11°9 (aria 24): il 4 ott. 1922 la temperatura era di 12°4 (aria 12°9 - ore 8.25^m).

Sorgente Támer di Travesio. — Così denominata dagli abitanti di Toppo, chiamata invece il *Canón* da quelli di Travesio. Esce a 600 metri s. m., da materiale detritico impastato con terra rossa, sul pendio meridionale dell'altipiano, sotto il

(¹) TELLINI (ACHILLE). — *Le acque sotterranee del Friuli e la loro utilizzazione.* «Annali del R. Istituto Tecnico di Udine», 1900. Udine 1900, pag. 39.

Col Tarónt: il pendio appena sopra la fonte appare ricoperto da crostoni di breccia calcarea. V'è una scaturigine principale, sulla mulattiera, che in tempo di piena può versare da 10 a 20 litri al minuto primo, e altre trapelazioni poco discoste. Il 7 ott. scorso misurai la temperatura di 13°.1 (aria 13°.6): il giorno seguente la temperatura era di 13° (aria 12°.7 - ore 8 1/2).

« *Lis Fontanis* ». — La sorgente così denominata sgorga sopra Meduno, sulla mulattiera per la Forca (m. 500 s. m. circa), dagli strati del *flysch* eocenico presso al contatto con le marne rosse (cosidetta « scaglia ») e i calcari cretacei. Alimenta un piccolo acquedotto che fa capo al borgo di Rio Maggiore e a Meduno. Secondo le notizie tolte dal TELLINI (1), l'acqua durante le piogge è soggetta a intorbidamento che viene però cagionato alla cattiva costruzione delle condutture. L'8 settembre scorso, alla camera di raccolta misurai la temperatura di 12°.3 (aria: 16°.2 - ore 10 1/2). Il gettito della sorgente è di 130 litri al minuto primo in tempo di piena, di 45 litri in tempo di magra (2).

Fonte a Del Bianco. — Esce a circa 440 m. s. m., sotto una rupe di conglomerato, forse a contatto con qualche lente o strato argilloso. Sorgente superficiale, di portata insignificante, dovuta a trapelazioni attraverso la placca soprastante di conglomerato che aderisce al pendio calcareo-cretaceo del m. Cereis. Gemitii d'acqua, affatto trascurabili, si osservano al margine della terrazza di Del Bianco in corrispondenza agli affioramenti di limo lacustre.

Grotta-sorgente del Fornát di Meduno. — La grotta del Fornát, esaurientemente illustrata dal COPPADORO (3) e dal DE GASPERI (4), si apre nella valletta del Rugo dei Molini,

(1) *Op. cit.* pag. 38.

(2) Da informazioni avute dal dott. Giuseppe Feruglio medico di Meduno.

(3) COPPADORO (A.) — *Il Fornát; grotta nelle vicinanze di Meduno*. « In Alto », 1903, n. 4.

(4) DE GASPERI (G. B.) — *Il Fornát di Meduno*. « Mondo Sotterraneo », VI, 1909-10, pag. 13. V. pure *Grotte e voragini del Friuli*, « Memorie geografiche », n. 30 (1916), pag. 98.

sopra c. Zatti (tav. « Maniago »), a circa 353 m. s. m., al contatto delle marne rosse ed una potente copertura di breccia quaternaria. La grotta s'interna con due cunicoli che poi si congiungono: segue una saletta dalla cui vòlta cade un ruscello che esce poi all'esterno per il canale inferiore. Raggiungendo, mediante una scala, il foro aperto nella vòlta, si accede in uno stretto corridoio lungo un'ottantina di metri e percorso dall'acqua.

Fonte di Quas. — Scaturisce a circa 350 m. s. m. dalle fessure dei calcari cretacei biancastri, sul sentiero che congiunge i casali di Quas con la carrozzabile per Tramonti. È perenne o quasi (rimase a secco durante l'eccezionale siccità del '21), ma di scarso gettito (qualche litro al minuto primo). Il 30 agosto scorso (ore 13 ¹/₂) misurai la temperatura di 10°.8 (aria 19°.3).

Nei versanti occidentale e settentrionale dell'altipiano non esistono a mia conoscenza altre sorgenti a getto costante, fatta eccezione di qualche lievissima trapelazione negli strati del *flysch* sopra c. Moschiasinis e sotto Ferrara. Alcune sorgentucce si trovano alla base delle terrazze alluvionali di Campone, ma già fuori dell'ambito della regione carsica. Gli sgorgi più poderosi che passiamo ora a descrivere, si trovano invece alla base dell'altipiano, nella valle della Cosa.

La sorgente del Todésch. — Due notevoli sorgenti si trovano a Travesio, alla base dell'altipiano, sotto il Col Rovolèt, alla distanza l'una dall'altra di 300 metri. Sgorgano tutt'e due dal calcare cretaceo di color caffè-latte e latte oscuro ⁽¹⁾, che si rompe in parallelepipedi e con le fessure ripiene di terra rossa, vicino al contatto con le marne rosse ed il *flysch* eocenico che si affiancano all'altipiano. La più copiosa è quella occidentale, detta *del Todésch*, indicata sulla tavoletta « Castelnovo » con la quota 263, la quale alimenta l'acquedotto di Spilimbergo (inaugurato nell'ottobre 1897) che fornisce acqua ai villaggi di Travesio, Usago e Lestáns. Il TELLINI ⁽²⁾, da cui tolgo queste notizie, afferma che la tempe-

⁽¹⁾ TELLINI — *Op. cit.*, pag. 143.

⁽²⁾ *Op. cit.*, pag. 133 e 143.

ratura dell'acqua è costante, leggerissimi la variazione di portata e l'intorbidamento. Il gettito della fonte del *Todésch*, il 13 maggio 1894 era di litri 26.25: di questi si usufruiscono soltanto 8 per l'acquedotto. L'analisi chimica rivelò una quantità discreta di calce, minime tracce di magnesia, ammoniacca assente. Durezza totale (grad. franc.) 18°: tracce di acido cloridrico, nitrico e di sostanze organiche. Nel novembre 1890 la temperatura era di 11°.

L'altra sorgente, detta *Nassutti*, alimenta l'acquedotto di Travesio (1).

I «fontanoni» della Cosa. — Sono tra le più belle e vigorose polle carsiche del Friuli. Fuoriescono alla base dell'altipiano, nell'ultimo tratto della forra della Cosa, sopra *Mulinars* (Paludea): le due polle maggiori sono sulla sponda destra del torrente, il *Fontanón de la Siere* a valle, il *Fontanone* a monte: alcuni sgorghi secondari si trovano invece sulla sponda sinistra, appena a monte dei precedenti.

Il *Fontanón de la Siere* (la *Siere* è la parete rocciosa soprastante alla sorgente) esce a circa 245 m. s. m. e a una decina di metri sopra il letto della Cosa, dal materiale di frana, con tre polle distinte situate a pochi passi l'una dall'altra, di cui quella centrale è la più considerevole (2): confluendo subito fra loro, esse formano un unico ruscello che dopo pochi metri si getta a cascata nel torrente.

Ha una portata notevolissima che secondo le informazioni avute sul luogo, si mantiene abbastanza costante nel periodo dell'anno. La temperatura dell'acqua, l'8 ottobre scorso era di 10°,9 (aria 11°,4 — ore 16.35 m.).

Il *Fontanón della Cosa* sgorga 360 m. a monte del precedente, a 261 m. s. m. e a pochi metri sopra l'alveo del torrente.

Vi si può arrivare scendendo dal Col Merié, sopra *Mulinars* e guadando il torrente (il che è possibile sempre,

(1) FRATINI (F.) — *L'acqua della sorgente Nassutti per l'acquedotto di Travesio.* «Mondo Sotterraneo» anno IX (1913), n. 1. Udine, 1913.

(2) V. la mia nota uscita nel n. 5-6, anno VIII (1912), pag. 127 di questa Rivista: *Fontanón de Siere.*

salvo nei periodi di piena); ovvero calando per l'opposto ripido fianco della valle.

La sorgente forma un copiosissimo ruscello che si getta a cascata nella Cosa ed esce da una piccola caverna aperta nei calcari fessurati, compatti, del Cretaceo, inclinati di alcune decine di gradi a S S E.

L'ampia apertura, nascosta da un garbuglio di arbusti e di rovi, alta circa 3 m. e larga 5, mette in un vano diretto per 5 m. a ovest e che poi piega bruscamente prima verso O S O, infine verso N O, restringendosi a 1 m. di larghezza. La grotta termina in alcune strette fenditure dalle quali esce la corrente d'acqua. Il fondo è cosparso di pietrame e declina dolcemente verso l'esterno.

Il getto di questa polla è inferiore a quello del « Fontanón de la Siere » e ne è anche meno costante, scemando notevolmente la sua portata nei periodi di siccità, ma tuttavia perenne.

Il 12 settembre 1912, alle ore 11, la temperatura dell'acqua era di 10°,5 (aria esterna 13°,3) : l'8 ottobre scorso, alle 16 ¹/₄, era di 10°,7 (aria 12°), quasi eguale pertanto a quella del « Fontanón de la Siere ».

Alla stessa altezza del « Fontanón della Cosa », sulla sponda sinistra del torrente, esce, dai calcari fessurati, un'altra sorgente, di portata assai inferiore, perenne. In magra diminuisce notevolmente il suo getto e abbassa di m. 1,5 e più il suo punto di sgorgo : non resta però mai a secco. È chiamata *Fontanúcis*: 9 ottobre, ore 10,30: temperatura dell'acqua 12° (aria: 18°,8).

Circa 150 m. a monte di quest'ultima, sulla sinistra della Cosa, vengono a giorno tre altre polle, una delle quali nel giorno della mia visita (tempo di piena) aveva una portata quasi pari a quella del « Fontanón della Cosa ». Nei periodi di siccità — secondo le notizie avute sul luogo — le tre polle si abbassano notevolmente e rimangono a secco o quasi. Il 9 ottobre, la temperatura dell'acqua era di 10°.7.

Altre minuscole sorgenti non perenni scaturiscono sulla destra della Cosa, poco a monte del Fontanón.

(¹) V. la mia nota *Il Fontanón del Cosa* in questa Rivista, anno VIII (1912), n. 4, pag. 97.

Grotta a sbocco intermittente davanti il « Fontanón della Cosa ». — Alcune decine di metri a monte del Fontanón, sulla sinistra della Cosa, a m. 293 circa s. m. (aner.) cioè a una trentina di metri sull'alveo del torrente, si apre nei calcari fessurati una piccola grotta detta il *Ciúc dai gnótui* ⁽¹⁾. L'apertura, nascosta da cespugli, ha un contorno subquadrangolare, larga sino a 6 m. e alta sino a m. 2,1, e mette in una breve galleria (m. 9 di lunghezza) diretta verso NE. Il fondo, quasi piano, è ora coperto da un acciottolato artificiale ⁽²⁾: la volta è irregolare con qualche stalattite tozza di calcare impuro. Verso il fondo a destra, si apre un canale in discesa per il quale, nella mia visita nel settembre 1912, potei avanzare per qualche metro, sino a un piccolo salto di m. 1,5. A causa dell'acciottolato che ne ostruì l'ingresso, non vi si può più accedere se non rimuovendo le pietre.

A lato della grotta inferiore, un po' in alto, si apre un secondo canale in salita che nell'interno diventa via via più basso finchè la volta si unisce col fondo.

Dalla galleria più bassa, dopo i forti acquazzoni esce un torrente copioso ed effimero che discende nella Cosa lungo un alveo seminato di massi e a cascata.

III. - Conclusioni

I caratteri idrografici delle grotte. — Conforme alla classificazione del DE GASPERI ⁽³⁾, fondata essenzialmente sul regime idrografico, possiamo aggruppare le grotte qui esaminate in quattro categorie, cioè in cavità *a) assorbenti; b) inattive; c) di sbocco ad acqua non perenne; d) di sbocco a corso di acqua perenne.*

a) L'unico esempio di cavità assorbente, fatta astrazione beninteso dalle voragini, dalle doline (tipica fra tutte quella di Agár Squarán) e dalle infinite fessurazioni che terebrano

⁽¹⁾ Significa in friulano *roccia dei pipistrelli*.

⁽²⁾ L'acciottolato è stato costruito nel 1918, allorchè la caverna serviva di rifugio ai soldati italiani sfuggiti alla prigionia.

⁽³⁾ *Op. cit.*, pag. 161.

la superficie dell'altipiano, ci è offerto dalla grotta discendente che si apre sotto la sorgente del Rugát. Essa in tempi normali assorbe il rivoletto che scaturisce poco sopra, ma in periodi di pioggia vi si getta un copioso ruscello che si raccoglie nelle vallecole soprastanti: l'acqua cadente ha levigato la roccia compattissima, scavando nel punto percosso un piccolo bacino circolare. L'esplorazione della caverna del resto è ancora da compiersi. La piccola grotta discendente dal *Láip* (malga Favidale), assorbe pure la poca acqua che vi trapela dall'esterno, attraverso le fessure della volta: ma il suo carattere prevalente è tuttavia quello di dare sbocco, nei periodi piovosi, ad un corso d'acqua. Pure quali cavità assorbenti si potrebbero considerare le due minuscole grotte del *Patáf* e del *Cil*, le quali però smaltiscono attraverso il loro fondo soltanto quel po' d'acqua che vi penetra dall'esterno attraverso le fessure della volta e che si raccoglie al fondo della dolina nella quale si aprono. Tuttavia, non essendo percorse da un ruscello definito, esse vanno piuttosto ascritte al gruppo seguente, delle cavità inattive.

b) Queste ultime sono caratterizzate dall'assenza d'un corso d'acqua che ne esce o che vi penetra, sebbene, per alcune almeno, appare indubitato che un tempo sono state percorse da acque correnti.

Le due cavernette del *Patáf* e del *Cil* non risulta che siano mai state percorse da vere correnti, analogamente ai ripari sotto roccia sulla sinistra della Cosa e devono pertanto la loro origine a cause diverse da quelle delle grotte di sbocco. Invece le grotte di Pradis o almeno la maggiore di esse, credo che debbano effettivamente il loro scavo all'azione delle acque scorrenti, in periodi e in condizioni diverse dalle attuali. Che si tratti di cavità abbandonate e in via di distruzione, appare evidente soprattutto per quella più vasta, il cui suolo in discesa è costituito da un potente deposito di eluvio, residuo del disfacimento della roccia in posto e depositatovi dalle acque di stillicidio: in altri termini, essa è in via di riempimento, per cui va ascritta all'ultimo stadio dell'evoluzione delle grotte, in modo del tutto analogo alla grotta di *Robie*, alla *Velika Jama* e alla *Spilugne di Landri* nel Friuli.

c) Il gruppo delle cavità a sbocco d'un corso acqueo non

perenne comprendono la massima parte delle grotte esaminate dell'altipiano.

Si potrebbero distinguere le grotte percorse da acque soltanto nei periodi di precipitazioni sovrabbondanti e per il resto completamente asciutte, da quelle, che sono la maggior parte, che anche in tempi normali alimentano delle sorgentucci. Ma il tributo di tali sorgenti è così scarso che è più esatto parlare di stillicidi anzichè di vere correnti di acqua; stillicidi che del resto non mancano si può dire in nessuna delle grotte qui ricordate. Comunque, la caratteristica di questo gruppo di cavità è quella di dare sfogo, nei periodi di piogge copiose, ad un corso d'acqua di portata relativamente considerevole ma altrettanto effimero. La penetrazione dell'acqua attraverso la superficie crepacciata dell'altipiano avviene rapidamente sì che le grotte, massime quelle a fior di terra come sono la gran parte delle nostre, ne vengono tosto raggiunte. Ciò ebbi campo di verificare nel corso delle mie esplorazioni, svoltosi in buona parte in un periodo di eccezionale piovosità. Molte delle grotte visitate (quella del *Fornât*, del *Voll* e della *Ciuite* ad es.) mostravano tracce di inondazioni avvenute nelle ore precedenti e alcune anzi erano percorse da un torrentello cospicuo che in tempi normali, come ho detto, si riduce a stillicidi del tutto insignificanti. Nella grotta delle *Sciôres* assistetti anche allo svolgersi d'una notevole piena. Quando giunsi nella caverna, approfittando di un momento di sosta fra un acquazzone e l'altro (la pioggia aveva infuriato durante tutte le 24 ore precedenti), il ruscello che esce dalla grotta inferiore aveva al massimo la portata di qualche litro al secondo ed era quasi limpido. Mentre procedevo al rilevamento della grotta, si scatenò un nuovo furioso rovescio d'acqua e il ruscello nel canale interno della grotta ne risentì immediatamente, aumentando ad ogni istante la sua portata per cui dovetti affrettare l'esplorazione; l'acqua sgorgava da ogni lato attraverso le fessure, e scendeva a pieno lungo le pareti della grotta.

Nella caverna esterna, mentre perdurava ancora l'acquazzone, il ruscello andò rapidamente intorbidandosi e ingrossando sino a invadere tutto il fondo della grotta da cui l'acqua usciva a pieno per perdersi poi nelle doline aperte dinanzi all'apertura della grotta.

La piena di questi ruscelli interni non persiste d'ordinario al cessare dell'acquazzone, al massimo per una durata di poche ore, tanto che i rovesci d'acqua, anche se si succedono a breve distanza l'uno dall'altro, non si sommano ma provocano ciascuno un colmo di piena. Col cessare della pioggia, il corso d'acqua non riprende però subito la portata normale, per il ritardo con cui giungono le acque che rimangono a inzuppare lo strato erboso e vegetale e che si raccolgono nella anfrattuosità della superficie dell'altipiano e quelle filtranti attraverso i meati più sottili della roccia.

Nelle grotte più profonde e più basse rispetto alla superficie dell'altipiano, a causa del maggiore percorso che l'acqua deve compiere, la piena del torrente arriva un po' in ritardo rispetto alle cavità superficiali, così che un seguito di acquazzoni vi può originare un unico sgorgo d'acqua.

In questo modo si comporta la grotta de *la Fóos*, presso Campone, la quale, come si è detto, in tempi di piogge sovrabbondanti si riempie totalmente di acqua e quando il livello del torrente raggiunge le due aperture, origina all'esterno un getto improvviso e impetuoso che scende a cascata nel Ciarsò. In seguito al nubifragio del 18-22 settembre 1920, il torrente raggiunse una portata ed una violenza eccezionali e traboccando all'esterno sotto forte pressione corrose e asportò un tratto della carrozzabile: la durata del getto è al massimo di qualche ora.

È questo un esempio tipico delle *grotte a torrente* o *piovisoni* come propone di chiamarle il DE GASPERI (¹), alle quali, in Friuli, appartengono la *Buse da l'Ors*, la grotta *Pre-oreak* e la grotta di *Vedronza*.

La *Busátc dal Ferol*, la *Buse dal Piciassát*, la *Claupe das Caráboles* e si può dire tutte le grotte minori del versante settentrionale del Ciaorlécc rientrano in questo gruppo. Un'ulteriore distinzione si può fare fra le cavità che terminano in un sifone e quelle che invece finiscono in fessure o cunicoli impraticabili di tipo normale. Appartiene al primo

(¹) FERUGLIO (EGIDIO). — *La sorgente dell'acqua nera nella Valle dell'Arzino*. « Mondo Sotterraneo », 1921-1922. Udine, 1922.

sottogruppo la *Claupe das Caráboles*, in cui l'acqua esce dal di sotto attraverso un canale ostruito dai materiali trasportati dallo stesso torrente. La violenza del getto, che avviene probabilmente sotto pressione, è indicata dalla straordinaria levigatezza dei ciottoli rigettati all'esterno. È probabile, per quanto l'esplorazione non ancora ultimata non permetta di affermarlo, che anche la grotta della *Foós* termini a sifone: è certo in ogni modo che il torrente, costretto nell'ultimo tratto a rimontare il contropendio verso l'uscita, vi acquista un'intensa pressione, per cui il getto, con piogge sovrabbondanti, schizza all'esterno ricadendo a parabola.

Un fenomeno analogo si verifica anche nella grotta discendente del *Làip*, come attesta la levigatezza delle pareti e della volta del canale e della saletta interna che funzionano da serbatoio di piena. Nelle altre grotte, come potei io stesso verificare, l'acqua scorre a pendenza o a cascata senza che vi si verificchino delle compressioni, salvo forse con acqua eccedente nei punti più angusti (d'ingorgo).

Il *Ciúch dai gnótui*, davanti il fontanone della Cosa, raccoglie pure, in tempi di piena, un copioso torrente effimero che esce probabilmente dal canale in discesa non ancora esplorato. Ma qui le condizioni sono forse diverse, giacchè la grotta rappresenta con ogni probabilità uno *sbocco di eccedenza (trop-plein)* delle sorgenti perenni che vengono a giorno più in basso.

d) L'unico esempio di cavità praticabile a *sbocco* di un corso d'acqua *perenne* ci è offerto dalla grotticella del fontanone dianzi ricordato: per quanto ho potuto osservare, essa non termina in un sifone. Sboocchi completamente chiusi sono invece quelli del *fontanón de la Siere* e delle altre sorgenti che fuoriescono sulla sinistra della Cosa, i quali sotto questo aspetto offrono analogia con gli altri fontanoni carsici del Friuli (fonte dell'*acqua nera* nella valle dell'Arzino⁽¹⁾, *fontanón di Timau*, sorgenti della Livenza).

L'origine delle grotte. — Quanto abbiamo detto circa i caratteri idrografici delle grotte, è sufficiente per svelarne e

(1) DE GASPERI (G. B.) — *Grotte e Voragini*, pag. 199 e segg.

caratterizzarne il modo d'origine. La distinzione fra cavità *attive* ed *inattive* serve poi a precisare il grado di evoluzione da esse raggiunto. Trattandosi di grotte carsiche, dovute cioè all'azione meccanica e chimica delle acque, ci converrà ora di esaminarne lo sviluppo in relazione con l'andamento delle fessurazioni della roccia.

Le giunte degli strati presentano un'azione direttrice sullo sviluppo delle grotte di gran lunga predominante rispetto a quella delle diaclasi. La quasi orizzontalità dei corridoi o la loro dolce pendenza verso l'uscita, rispecchia appunto la disposizione dei banchi: spesso anzi il fondo e la volta del canale coincidono per un tratto più o meno lungo con i piani di stratificazione, come ad es. nella grotta del *Fornál* e nella maggior parte delle altre. In questo caso l'acqua può ampliare le soluzioni di continuità fra strato e strato per le quali essa circola, per cui i corridoi finiscono coll'assumere un profilo trasversale stretto ed allungato (si osservino ad es. le sezioni della grotta de *las Claupátis*, *des Scióres* e della *Buse dal Piciassát*). L'acqua corrente esercita tuttavia sempre un'azione erosiva prevalente nel senso verticale e corrode a poco a poco lo spessore dello strato, scavandovi un solco più o meno profondo. Se l'aderenza fra i vari banchi è fortissima, sì da impedire la penetrazione delle acque nelle giunte, l'incisione progredisce nel senso verticale e il canale finisce coll'assumere una sezione trasversale subellittica (grotta del *Fornál*). Più sovente però l'incisione si svolge lungo una diaclasi, onde il canale si approfonda più rapidamente ed assume una sezione in forma di stretta fessura (grotte del *Volt* e della *Ciuíte*) che a volte reca tracce dei successivi affondamenti del ruscello. Nei corridoi sviluppati lungo le giunte, il fondo talvolta ha un profilo trasversale a gradinata, in cui ciascun ripiano o gradino corrisponde allo spessore d'uno strato (grotte de *las Claupátis* e *des Scióres*).

Queste terrazze perciò non indicano di necessità fasi alternate di riposo e di attività del corso d'acqua il quale presumibilmente ha agito in modo continuo. Analogamente, il canale ed il ripiano laterali ed elevati lungo il corridoio principale della grotta della *Ciuíte* non stanno ad indicare un antico livello di terrazzamento del corso d'acqua, ma furono

creati ed allargati dopo l'affondamento del canale maggiore. Nella grotta *des Scióres* si può agevolmente constatare che l'allargamento in senso laterale, cioè lungo le giunte, procede contemporaneamente all'affondamento del ruscello nello spessore dei banchi.

Nella *Busáte dal Feról* è evidente l'azione direttiva sullo sviluppo della grotta esercitata da un sistema di fessure normali ai piani di stratificazione; fessure che si osservano nelle pareti e nella volta. Nella grotta della *Fóos*, l'influenza direttrice delle giunte si somma e si confonde con quella delle diaclasi. In genere, l'azione di quest'ultima è più sensibile o predomina nelle grotte scavate ai margini dell'ellissoide, ove le fessurazioni della roccia sono molto più accentuate in conseguenza delle torsioni tettoniche.

L'azione erosiva delle acque nelle grotte in esame è in prevalenza meccanica, come attestano la levigatezza delle pareti e del fondo, le cascate e i piccoli pozzetti in roccia (specie di marmitte dovute all'azione terebrante delle acque mosse in vortice). Le sabbie e i ciottoli calcarei convogliati dalla corrente e che si raccolgono nei cavi della roccia, si presentano arrotondati e levigatissimi a causa del lungo logorio delle acque. Quest'azione erosiva si svolge in modo del tutto analogo a quella delle acque scorrenti alla superficie, cioè per erosione retrograda del corso d'acqua che smussa le asperità e fa retrocedere le cascate e per azione perforante come per le marmitte. La sezione emisferica delle docce torrenziali nelle grotte del *Volt* e delle *Claupátis* è dovuta a mio parere all'azione erosiva vorticosa dell'acqua, anche se essa non è riuscita a produrre quelle tipiche serie di marmitte che si osservano invece in altre grotte friulane⁽¹⁾. Del resto i piccoli bacini circolari dianzi ricordati (grotte del *Fornát*, del *Volt*, e *des Claupátis*) vanno precisamente considerati come inizi di vere e proprie marmitte. Il loro diametro è di 1 metro o più, ovvero un po' meno e la profondità di 20-50 cm. Sul fondo si trovano ciottoli ellissoidali di 1-4 cm. di diametro. L'acqua di stillicidio che in essi si raccoglie può anche esercitare un'azione solvente sulla roccia; ma tale azione o non

(¹) DR GASPARI, *Grotte e Voragini*, pag. 131.

si esercita in modo sensibile come rivela la levigatezza della roccia, od è cancellata da quella meccanica per il succedersi piuttosto frequente delle piene, o non ha luogo affatto se l'acqua vi giunge già satura di bicarbonato di calcio.

Le risvolte e i restringimenti dei corridoi, nei periodi di piena provocano degli ingorghi del torrente con sviluppo di moto vorticoso o comunque di maggiore potenza erosiva. Non è da trascurare poi la influenza della pressione idrostatica nelle grotte discendenti, come in quella del *Laip* e soprattutto in quella della *Fóos* che si manifesta nella violenza del getto d'acqua all'uscita, in quanto può generare dei moti vorticosi nell'acqua saliente carica di limo la quale quindi esercita una azione abrasiva sulle pareti e nella vòlta. Di questa erosione abbiamo una prova decisiva nella levigatezza delle pareti e del soffitto nelle sale e nel canale interno delle grotte testè ricordate (¹).

Subordinata all'azione meccanica è quella solvente dell'acqua che si esercita lungo le giunte o le fessure e i meati preesistenti nella roccia. Quest'azione solvente è meno facilmente apprezzabile di quella meccanica ed è pertanto impossibile di valutare in quale rapporto i due fenomeni stanno l'uno rispetto all'altro. Ritengo in ogni modo che l'azione solvente abbia anzitutto per effetto di allargare le soluzioni di continuità della roccia, preparando così la via alla circolazione libera delle acque sotterranee. Gli stillicidi che trapelano attraverso i più minuti interstizi, e i veli liquidi che si spandono sulla roccia, la corrodono un poco per volta, per cui essa finisce coll'assumere delle superfici scabre, conoidi, con costole, punte e nuclei sporgenti in corrispondenza alle parti meno solubili, quando naturalmente l'erosione meccanica non interviene periodicamente a levigare la roccia.

Le pareti e il fondo in alcune delle caverne qui esaminate, come ad es. il pavimento del canale più interno della *Buse dal Piciassát*, presentano appunto quest'aspetto conoidale. Nei calcari biancastri meno compatti e teneri, la su-

(¹) Condizioni del tutto analoghe si verificano, in Friuli, nelle grotte *Pre-oreak* e *Ciase de lis Aganis*, in cui l'azione dei vortici a rovescio è riuscita a terebrare la vòlta con degli incavi emisferici. V. DE GASPERI, Op. cit., pag. 134.

perficie invece diventa sciolta, farinosa, per l'azione spappolante dell'acqua carbonicata.

Quando le acque filtranti arrivano nella caverna già sature di carbonato di calcio, ne incrostano la vòlta e le pareti. Nelle caverne del Ciaorléce i fenomeni d'incrostazione sono piuttosto scarsi e ciò è facilmente spiegabile se si considera che quasi tutte danno sfogo a corsi d'acqua sotterranei. Le incrostazioni si sviluppano in forma di stalattiti piuttosto corte e mal sviluppate e specialmente in forma di croste. Hanno quasi tutte un aspetto analogo; porose, leggere e tenere che si possono rigare coll'unghia: la superficie è talvolta quasi farinosa, più spesso rugosa e irta di punte e bitorzoli a guisa di fiorellini di color bianco-giallastro. Prima del disseccamento sono pastose quasi come la panna, con croste più resistenti e passano per gradi alle forme indurite. La consistenza può del resto variare a seconda dell'umidità e della copia di stillicidio che viene a impregnarle. Un deposito tipico e piuttosto abbondante si trova nel canale più interno della *Busáte dal Feról*, dove in alcuni punti riveste le pareti e si può raschiare e raccogliere con la mano (1).

Il distacco di pezzi e blocchi rocciosi dalla vòlta, coopera pure all'ingrandimento della cavità specie quando il materiale, precisamente quello più minuto, può venire allontanato dalle acque correnti. In caso diverso i frammenti rocciosi rimangono a ingombrare il fondo donde soltanto il logorio prolungato delle acque riesce ad asportarli. Sul fondo della grotta de «*lis Claupatis*» si osservano appunto due di questi blocchi di frana che il ruscello va corrodendo. Il distacco del materiale roccioso avviene di preferenza secondo i piani di stratificazione, come appare evidente nella *Buse del Cil*, ma talvolta come nella *Buse del Patáf* lo sgretolamento della roccia è determinato soprattutto dalle fessurazioni oblique o normali ai piani di giunta. Nelle due cavernette ora ricordate

(1) È il cosiddetto *latte di monte* (*mondmilch*) che finora nel Friuli era stato segnalato soltanto nella grotta *Tersiza* sul Matajur. Notizie sul *latte di monte* si trovano in DE GASPERI, *Grotte e Voragini*, pag. 158. — Questa particolare forma di concrezione credo sia in rapporto con la costituzione dei calcari teneri del Turoniano superiore e Senoniano inferiore, di aspetto somigliante alla *creta* (*craie*).

i fenomeni di frana in unione con l'azione dissolvante delle acque hanno avuto probabilmente un effetto predominante nell'ampliamento della cavità. Un'origine analoga si può invocare anche per i due ripari sotto roccia (*ándris*) aperti nel fianco sinistro della forra della Cosa sotto Pradis: il distacco graduale di blocchi che tendono a rotolare al basso e l'azione di locali stillicidi bastano a produrre la nicchia che però non progredisce ulteriormente, nè comunica, a differenza delle vere grotte, con un sistema interno di canali e di fessure con acqua corrente.

Nella grotticella dell'*Agár*, non percorsa da acque correnti, il detrito e il limo prodotto dal disfacimento delle pareti si accumulano invece sul fondo: le pareti e la volta, in conseguenza della fratturazione della roccia, appaiono irregolari e a spigoli taglienti. La grotta offre un esempio di un grado di evoluzione intermedio fra le cavità attive e quelle in istadio avanzato di riempimento.

L'allargamento per opera di franamenti è soprattutto evidente nella grotta *des Scióres*, dove il canale che pone in comunicazione il vestibolo esterno col fondo del pozzo è dovuto ad una frana i cui grossi blocchi si trovano ancora confusamente accatastati sul posto. Il pozzo risulta a sua volta, almeno in parte, dal crollo di un tetto roccioso del quale si conserva ancora un largo diaframma costituito da un grosso banco quasi orizzontale.

L'idrografia sotterranea. — In base ai caratteri esposti le sorgenti dell'altipiano del Ciaorléce possono essere classificate secondo tre tipi principali:

A) *Sorgenti superficiali*, uscenti dalle giunte e dalle fenditure della roccia: di minima portata, quasi mai perenni, la gran parte ridotte in tempi ordinari a stillicidi. Alcune gemono al contatto con lo strato erboso nelle aree scoperte (sorgente Meriis e sorgente Coloséet) o in quelle boschive (sorgente Pecéet): altre invece, come le sorgenti Támer di Toppo e di Travesio, sono almeno in parte connesse con accumuli di detrito cementato o sciolto riempito di terra rossa; altre infine escono nell'interno di fenditure ampliate dall'erosione e entro vere grotte scavate a fior di terra che in tempi di pioggia si trasformano in

B) *Sorgenti temporanee*, di gettito notevolissimo ma del tutto effimero in diretta ripercussione delle precipitazioni meteoriche.

Le sorgenti superficiali sono dovute all'acqua che s'infiltra negli interstizi delle rocce a fior di terra e sono in parte mantenute dall'azione conservativa del manto vegetale e degli accumuli di sostanze vegetali e di terra rossa: alla loro costanza, nella stagione inverno-primaverile contribuisce la lenta fusione delle nevi. Le sorgenti temporanee, come si è già detto altrove, sono dovute invece all'affiorare delle acque circolanti in un sistema di ampie fenditure e di canali.

D) *Sorgenti profonde*, di portata considerevole, perenni, uscenti alla base dell'altipiano. Vi appartengono i fontanoni della Cosa e le due sorgenti di Travesio, nonchè forse il ruscello del *Fornát* di Meduno.

I due fontanoni della Cosa e la serie di sorgive che vengono a giorno sulla sponda sinistra del torrente, appaiono intimamente collegate fra loro tanto per il loro comportamento come per l'ubicazione, trovandosi tutte sur uno stesso allineamento e ad un'altezza decrescente da monte a valle, come del resto risulta dall'unita tabellina (¹):

grotta del <i>Ciúc</i> a sbocco temporaneo	m. 293
sorgenti periodiche sulla sinistra della Cosa	m. 282
fontanone della Cosa e sorgente detta <i>Fontanúcis</i>	m. 266
fontanón <i>de la Siere</i>	m. 240 circa

Esse risentono le piogge in modo piuttosto rapido ma in misura diversa l'una dall'altra; poichè mentre il torrente che esce dalla grotta del *Ciúc* e le sorgenti più elevate finiscono coll'esaurirsi dopo le piogge, con un ritardo variabile a seconda dell'entità delle precipitazioni, le sorgenti più basse invece non si prosciugano mai. Il fontanone della Cosa e la sorgente detta *Fontanúcis* nei periodi di siccità riducono notevolmente la loro portata mentre il fontanon *de la Siere* mantiene anche nei periodi di secco un getto sensibilmente costante. In altre parole, *le variazioni di portata delle sorgenti*

(¹) Le altezze qui riferite furono misurate con l'aneroide: a causa però d'una imperfezione dello strumento, i dati sono alquanto approssimativi.

in questione sono tanto più notevoli quanto maggiore è l'altezza delle sorgenti. Tale comportamento è rappresentato schematicamente nel grafico unito (fig. 21) nel quale sono riportate le altezze delle varie sorgenti ciascuna delle quali vi è contraddistinta secondo i suoi caratteri idrografici. Esse

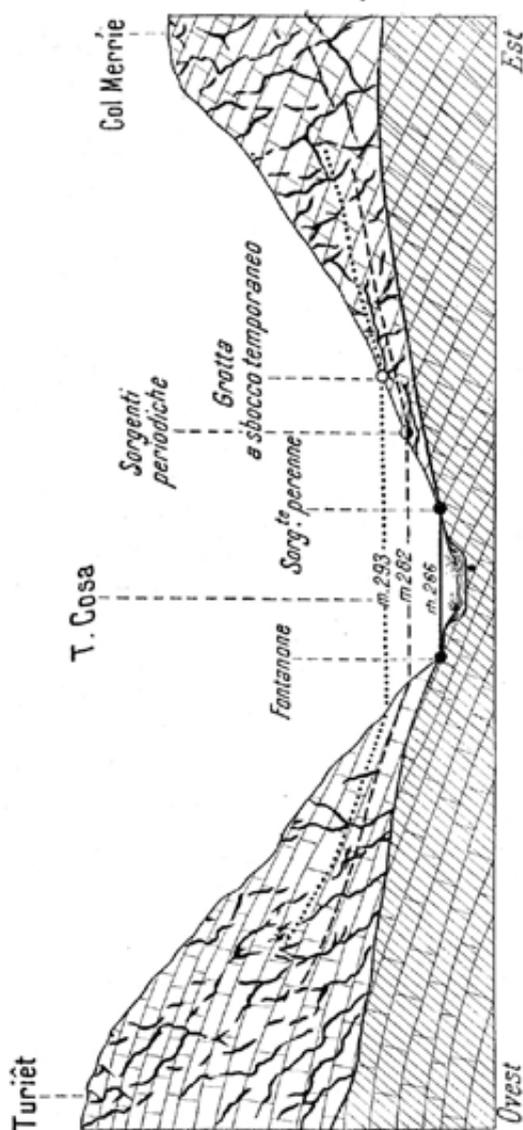


Fig. 21

Profilo trasversale della valle della Cosa all'altezza del Fontanone. Scala 1 a 10 mila. La zona profonda imbevuta dalla falda carsica è segnata con tratteggio.

pertanto dipendono da una stessa falda profonda, il cui livello di equilibrio oscilla in funzione della quantità delle acque che penetrano nella massa carsica e della loro velocità di deflusso all'esterno: osservando l'altezza delle sorgenti, il valore massimo di queste oscillazioni risulta soltanto di 27 metri, cioè molto inferiore a quello delle oscillazioni dell'acqua di fondo verificato in altre regioni carsiche. Ciò si spiega ammettendo nell'interno del blocco calcareo l'esisten-

za di un reticolato di canali piuttosto ampi che consentono un rapido drenaggio delle acque, come del resto pare con-

fermato dalla prontezza con cui le sorgive rispondono alle precipitazioni meteoriche.

Dal grafico della fig. 21 si inferisce poi l'esistenza nell'interno della massa carsica del Ciaorléce: 1.° di una *zona superiore* ordinariamente secca, di penetrazione e di circolazione delle acque entro un reticolato di fenditure più o meno ampliate dell'erosione e corrosione; 2.° di una *zona inferiore*, di accumulo, con gli interstizi occupati dalla falda acquea; da essa traggono alimento le sorgenti perenni; 3.° di una *zona intermedia*, compresa fra le superfici di massima piena e di massima magra della falda profonda, di cui le cavità vengono riempite dall'acqua soltanto periodicamente; da essa derivano precisamente le sorgenti periodiche.

Un sistema idrografico siffatto corrisponde dunque pienamente alla teoria del GRUND sulla circolazione delle acque nei terreni carsici (¹).

Nella zona superiore, la venuta a giorno delle acque ha luogo allo sbocco delle fenditure e dei canali (grotte a sbocco temporaneo) nei quali esse circolano o a corrente o a cascata: questi canali poi, se sufficientemente ampi, pel carattere transitorio degli sgorgi appaiono accessibili in tempi ordinari; così che vi si può direttamente esaminare il processo di ampliamento delle fenditure il quale, come vedemmo, si effettua per l'azione solvente delle acque unita all'erosione meccanica, quest'ultima forse preponderante. Nella zona profonda il reticolato di fenditure non è evidentemente accessibile, salvo vicino al limite superiore della falda carsica, e perciò non vi è possibile l'esame del processo di ampliamento dei canali. La massa d'acqua, sollecitata da un moto incessante ma relativamente lento verso i punti di deflusso all'esterno, non può esercitare una sensibile erosione meccanica; prevarrà invece l'azione solvente dell'acqua aumentata dalla pressione idrostatica. La maggiore pendenza del pelo libero della falda in prossimità dei punti di sgorgo, dovuta al drenaggio superficiale e al libero deflusso delle acque nelle fenditure aperte, può peraltro provocare, al limite superiore della falda, correnti relativamente rapide suscettibili di un'azione ero-

(¹) GRUND (A). — *Die Karsthydrographie*. Leipzig, 1903.

siva meccanica. L'emergenza della falda carsica si può verificare soltanto allo sbocco delle maggiori soluzioni di continuità della roccia, donde il costituirsi, lungo la linea d'intersezione della superficie di equilibrio della falda con le incisioni vallive, di un numero limitato di sgorgi anzichè di un vero allineamento sorgentifero a sfioratore come nei terreni disgregati.

La falda carsica si trova ripartita in un reticolato di fenditure e di canali intercomunicanti in modo che le sue oscillazioni di livello si possono propagare rapidamente per tutta la sua estensione, anche se il suo livello di equilibrio non viene quasi mai a coincidere con una superficie orizzontale (¹). Le sorgenti profonde dell'altipiano del Ciaorlécc, come confermano le informazioni avute e come io stesso ho potuto verificare, rispondono difatti quasi simultaneamente al regime delle precipitazioni meteoriche.

Tuttavia, per un migliore esame delle relazioni che intercedono fra il regime pluviometrico e quello delle sorgenti, è necessario d'istituirvi delle serie di misurazioni simultanee di portata.

Lo stesso vale anche pel regime termico delle sorgenti rispetto al quale non si posseggono dati. I giorni 8 e 9 ottobre 1922, le sorgenti della Cosa avevano tutte la stessa temperatura (10° 7-10° 9): la sorgente detta Fontanúcis misurava invece 12° di temperatura (²), con un divario rispetto alle altre sorgenti veramente inesplicabile ma che in ogni modo dovrà essere controllato con una serie metodica di osservazioni termometriche.

L'emergenza della falda carsica lungo la Cosa si verifica in corrispondenza all'incisione più profonda dell'intera massa calcarea - carsica e vicino al contatto della gamba dell'ellissoide con gli strati eocenici. La impermeabilità di questi ultimi e la mancanza di notevoli linee di rottura, impediscono qualsiasi sensibile trapelazione dell'acqua carsica al di fuori della massa calcarea, e la falda stessa risulta pertanto soste-

(¹) V. DE MARCHI, *op. cit.*, pag. 30.

(²) Il dato fu controllato con due misurazioni eseguite fra loro alla distanza d'una mezz'ora.

nuta lateralmente dalla detta cintura impermeabile, donde la origine di tipiche sorgenti di *sbarramento*.

In condizioni del tutto analoghe a quelle dei fontanoni della Cosa si trovano le due sorgenti di Travesio: la loro ubicazione alla base dell'altipiano nel punto più depresso verso la pianura e alla stessa altezza sul mare dei fontanoni (fonte del *Todésh* - m. 263), nonchè i loro caratteri idrografici inducono ad ammettere che esse attingono alla stessa falda profonda che alimenta i fontanoni (1).

A occidente, nella valle della Meduna, la zona impermeabile che fascia la base dell'altipiano è quasi dovunque più elevata che nella valle della Cosa e ciò giustifica ivi la mancanza di emergenze d'acqua paragonabili a quelle della Cosa. Difatti possiamo prescindere del tutto dalle sorgentucce di Sílvia, di Del Bianco e di Quas, mantenute da infiltrazioni locali di lieve importanza, come anche dalla polla detta *Fontanúcis*, sopra Meduno, la quale è pure con ogni probabilità indipendente dalla falda carsica profonda e collegata invece a trapelazioni locali nella massa calcarea coperta di detrito, uscenti poi al limite di contatto con gli strati marnosi impermeabili.

Le relazioni coll'acqua carsica di fondo sono dubbie pel ruscello che esce dalla grotta del *Fornát* di Meduno (m. 353) la cui portata si mantiene piuttosto notevole anche in tempi normali [60 litri al secondo (2)] e superiore in ogni modo all'alimento che il ruscello può ricevere da infiltrazioni locali nella placca di conglomerato immediatamente soprastante, per cui pare giustificato il dubbio che essa attinga effettivamente alla falda profonda. Ciò ammettendo, la falda carsica del Ciaroléce avrebbe un'altezza ai suoi punti di sbocco all'esterno compresa fra 263-266 e 353 m. s. m. e quindi un dislivello massimo di 87 m. su una distanza rettilinea di 9 chilometri (fra il *Fornát* di Meduno e i fontanoni della Cosa): cioè una

(1) La loro temperatura sarebbe pure eguale a quella del fontanone.

(2) COPPADORO (A.) — *Il Fornát; grotta nelle vicinanze di Meduno*. « In Alto », X (1899), pag. 19-23. Secondo informazioni avute dal dottor Giuseppe Feruglio medico a Meduno, la portata del ruscello all'officina Zatti è di 20 litri al secondo in tempo di piena e di 7 litri in tempo di magra.

pendenza media del 9.6 ‰ tra il *Fornât* e i fontanoni; del 12.9 ‰ tra il *Fornât* e le sorgenti di Travesio; di 0 ‰ fra queste ultime e i fontanoni. Il livello di equilibrio della falda carsica del Ciaorlécc non si scosta dunque sensibilmente da una superficie orizzontale (*).

Viene così dimostrata per la prima volta in Friuli l'esistenza di una falda carsica profonda pienamente conforme nel suo comportamento alla teoria del GRUND. È però assai probabile che ulteriori accurate ricerche riesciranno a porre in luce l'esistenza di un'analogia falda anche in altre masse calcareo-carsiche della regione, soprattutto in quelle della zona montana prealpina, tanto somiglianti per la loro struttura geologica e morfologica all'altipiano del Ciaorlécc.

Nella valle di chiusa dell'Arzino, esiste, verso il fondo, una serie di sgorgi acquei parte periodici e parte perenni, situati circa alla stessa altitudine ed emungenti i soprastanti altipiani carsici. I dati che ha raccolto in proposito non sono però sufficienti a stabilire se essi attingono ad una stessa falda profonda, come mi sembra probabile.

Più sicuri dati possediamo invece riguardo all'altipiano del Bernadia. Entro la massa calcarea, nella valle del Cornappo, abbiamo (**):

il sifone della Buse da l'Ors	m. 319
» » » » Pre-oreak	m. 293
la sorgente della Fontanate	m. 252
» » di Torlano	m. 245

e lungo il Torre :

il sifone della grotta di Vedronza	m. 302
la sorgente di Crovis	m. 280

(*) Evidentemente, come osserva il DE MARCHI (*Op. cit.*, pag. 23), la falda carsica profonda non può, per effetto di cause diverse, disporsi ad uno stesso livello su tutta la sua superficie: la differenza di altezza fra i suoi vari punti di emergenza può anzi raggiungere valori relativamente notevoli. Nell'altipiano dei Sette Comuni, secondo i computi del DE MARCHI (*Op. cit.*, pag. 28) la pendenza dell'acqua di base è compresa fra il 25 e il 70 ‰ o per lo meno fra il 3.5 e il 50 ‰: il SAWICKI per gli altipiani dell'Istria calcola una pendenza della falda profonda oscillante fra 0.6 e il 5 ‰ e il GRUND nel Troglavplateau (Bosnia) di 20 ‰.

(**) DE GASPERI — *Grotte e voragini*, pag. 168.

Da questi dati altimetrici il DE GASPERI deduceva l'esistenza di una falda acqua inclinata da monte a valle, con una pendenza nella valle del Cornappo del 20 ‰ e nella valle del Torre dell' 8,3 ‰. Quanto ai sifoni delle grotte, mi sembra però assai dubbio che essi raggiungano effettivamente il livello delle acque profonde ed è assai probabile che l'acqua la quale vi stagna, anzichè alimentata dalla falda profonda sia invece quella che vi si raccoglie in tempi di pioggia e che vi si mantiene grazie all'impermeabilità del fondo ed alla scarsa evaporazione che si verifica nell'interno della grotta. È più probabile dunque che le tre cavità indicate corrispondano ad un più elevato livello delle acque carsiche e ad un ciclo (Vurmiano?) immediatamente anteriore all'attuale.

La sorgente di Crosis ha una portata piuttosto esigua e può apparire dubbio che essa rappresenti effettivamente l'affiorare della falda carsica. Quali emergenze di quest'ultima considero invece le due sorgenti, assai cospicue, di Torlano, la cui venuta a giorno è determinata, in modo del tutto analogo a quello dei fontanoni della Cosa, dal contatto della roccia carsica con gli strati impermeabili dell'Eocene (¹).

L'idrografia superficiale: tracce di antichi cicli dell'idrografia carsica. — La estrema permeabilità del suolo e la mancanza di sorgenti un po' ragguardevoli nell'altipiano del Ciarolée, vi spiegano l'assenza di corsi d'acqua perenni. Le precipitazioni meteoriche che vi cadono, abbondantissime come poi vedremo, vengono per la massima parte assorbite dalla superficie carsica. Quelle stesse che vi rinascono dopo una circolazione sotterranea più o meno lunga, si perdono di nuovo a breve distanza dalle cavità di sbocco. Soltanto una piccola parte di esse riesce a varcare, nei periodi di piogge intense, i confini dell'area carsica, venendo a sboccare per

(¹) Una sorgente carsica di sbarramento è pure in Friuli il *Fontanón di Timau*, che esce con diverse aperture dalla massa calcarea paleozoica dei Pal e del Pizzo di Timau, al contatto con gli argilloscisti impermeabili del Carbonifero. V. MARINELLI (O.) - *Studi orografici sulle Alpi orientali*, serie 1897, Roma, 1899. - GORTANI (M.) - *I bacini della But del Chiarsó e della Vinàdia in Carnia*. Pubblic. n. 104 dell'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle acque. Venezia, 1920.

via superficiale in uno dei corsi d'acqua maggiori che le convogliano al piano, o raggiungendo la pianura fra Meduno e Travesio ⁽¹⁾.

1. Il tributo di acque che la Meduna riceve dall'altipiano è affatto trascurabile e costituito unicamente o quasi dai piccoli torrentelli che si originano nelle formazioni terziarie impermeabili addossate alla massa calcarea. Il torrente, da Redona in giù traversa per breve tratto, cioè sino alla sua uscita dalla gola del Racli, la roccia calcareo-cretacea presso al suo contatto, mascherato dalle alluvioni, con la piega-faglia e la Dolomia. Qui dunque si presenta il problema inverso, teoricamente assai interessante e importantissimo sotto l'aspetto pratico, se la corrente della Meduna dà origine a trapelazioni attraverso la massa calcarea. I risultati del nostro studio sull'esistenza d'una falda profonda nell'interno dell'altipiano recano maggior luce in proposito.

Al ponte del Racli (m. 303 s. m.), alto circa 42,5 metri, la Meduna si approfonda a 260 m. s. m., quindi un po' meno verso monte, cioè a Redona, e un po' sotto i 260 verso valle, dove il torrente discende senza notevoli scontinuità di pendenza. Prendendo la quota di 260 come media altezza del l'alveo della Meduna attraverso la gola epigenetica del Racli, essa corrisponde all'altezza di emergenza dell'acqua di fondo nella valle della Cosa (m. 266) ed a Travesio (m. 263). Ove poi si ammettesse anche pel ruscello del Fornát di Meduno (m. 353) la provenienza dell'acqua di fondo, ciò che peraltro è dubbio, il livello di quest'ultima risulterebbe sensibilmente superiore a quello della corrente superficiale della Meduna. In tutti i casi credo *si possa escludere una sensibile dispersione delle acque della Meduna nell'interno della massa carsica del Ciaorlécc* ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Nella pianura, le acque vengono in buona parte assorbite dal bibulo suolo alluvionale. La parte rimanente, data la generale acclività del piano verso la Cosa, discendono verso quest'ultimo torrente parte in alvei determinati e parte lungo le strade di campagna.

⁽²⁾ La Meduna al ponte Racli ha una portata di magra di litri 4480 al secondo (V. ing. A. ZENARI. — *Progetto di derivazione dell'alto Livenza* (torrenti Cimoliana-Cellina-Meduna), relazione illustrata. Venezia, 1920) mantenuta dalle acque nel suo bacino superiore e da quelle recate

2. Il *Ciarsò* è alimentato dalle acque raccolte nel suo bacino a monte di Campone e da quelle del torrente *la Fous*, scaturenti fuori dell'ambito dell'altipiano carsico. In tempo di pioggia vi contribuisce anche la regione carsica con alcuni effimeri corsi d'acqua superficiali e con i torrenti che sgorgano dalle grotte a valle di Campone.

Le acque riunite dei due corsi d'acqua nei periodi normali vanno rapidamente smagrendo al di sotto delle ghiaie alluvionali e al contatto con la roccia calcareo-cretacea, e cessano totalmente subito sopra il ponte quotato 423, dove la fuga delle acque divenne più sensibile dopo la piena eccezionale del settembre 1920 la quale evidentemente aveva provocato la disobliterazione di qualche fenditura nella roccia calcarea. Più a valle e sino allo sbocco nella Meduna, l'alveo del *Ciarsò* è normalmente asciutto, salvo per un breve tratto dopo la confluenza col *Ru' Maiôr* e con alcuni altri ruscelli, a valle di Sghittosa, che vi recano un po' d'acqua perenne attinta alla soprastante massa dolomitica del monte *Celánt*. Dinanzi al casale *Qualdea*, l'alveo del *Ciarsò* esce dalla Creta ed entra nell'Eocene impermeabile per cui vi cessa l'infiltrazione delle acque e infine, per l'ultimo tratto, nella Dolomia. In occasione di forti precipitazioni, l'alveo del *Ciarsò* è percorso per tutta la sua lunghezza da una copiosa corrente superficiale.

In conclusione, *il Ciarsò è tributario per una parte non trascurabile dell'idrografia carsica del Ciaortécc.*

dagli affluenti maggiori. Il tratto alluvionale a monte di Redona in cui scorre il torrente, è in buona parte coperto al fondo da un banco di argille lacustri che impediscono qualsiasi notevole infiltrazione attraverso il fondo roccioso che corrisponde al contatto, per piega-faglia, della Creta con la Dolomia, forse con l'intermezzo di qualche sottile zona di flysch eocenico. Nella stretta del Racli, la roccia calcarea è intersecata da alcune profonde crepature che però mostrano di attenuarsi verso l'interno. Questo fatto, unitamente alla giacitura degli strati disposti con forte pendenza verso ovest in modo da circoscrivere la massa cretacea, tendono poi a impedire sia la entrata delle acque esterne come, eventualmente, la fuoruscita di quella interna.

Il problema fu discusso recentemente dalla Commissione dei geologi preposta al giudizio della capacità di tenuta del bacino della Meduna a monte della stretta del Racli, del quale è in progetto la trasformazione in una riserva idrica a scopi industriali.

3. Ancora più interessante sotto questo riguardo è il sistema idrografico della Cosa. Questa si origina con un fitto ventaglio di piccoli corsi d'acqua che attraversano il territorio di Pradis, dei quali i più cospicui sono i seguenti:

a) il ramo principale della Cosa è alimentato dalle acque scaturenti dalla Dolomia al contatto con la Scaglia e con il Flysch eocenico, alla base dei monti Asín e Dagn e della catena del m. Rossa. Traversa per breve tratto, entro un alveo incassato, gli strati terziari e davanti a Gercia entra in una gola stretta e profonda, verticale od obliqua al fondo, scavata nei banchi calcarei suborizzontali: qui riceve sulla sinistra un minuscolo torrente che si forma ai piedi del m. Dagn.

b) Il torrente Molát, nasce a Locandins sotto le due selle di spartiacque con la valle dell'Arzino (quote 691 e 729) e riceve a sinistra il rio dell'Agnello che, come il precedente, trae alimento perenne da alcune sorgenti nel flysch. Al ponte della carrozzabile di Pradis, il Molát scende a cascata in una gola profonda incisa nella massa calcarea e dopo breve tratto sbocca nella Cosa, a 486 m. s. m.

c) Meno importante è il torrentello (senza nome sulla carta) che nasce pure nell'Eocene alla fonte Trencie (m. 788), sotto la cupola del m. Pala, e discende verso Fornéz, dove in parte si perde al contatto con la Creta (v. pag. 32). L'acqua esuberante traversa l'altipiano calcareo di Pradis e si versa nella Cosa.

Altri rivoli secondari si originano nella zona eocenica di Pradis ma si perdono poi in cavità assorbenti al limite della superficie carsica (v. pag. 32). Di essi il più importante è quello che scende sotto Tascáns e si estingue in un gruppo di doline davanti al cimitero di Gercia.

d) Il Rio Secco s'inizia ai *Piani*, sotto il passo (m. 675) che divide il bacino della Cosa da quello del Ciarsò. Il suo letto è aperto esclusivamente nella massa calcarea e sino alla fonte del Pocít discende con lieve pendenza entro un solco piuttosto ampio che si approfonda poi rapidamente in un vero *cañon* diretto nella Cosa con la quale si unisce a 340 m. s. m.

La Cosa dopo la confluenza col Molinát scorre entro una forra incisa negli strati quasi orizzontali della Creta a pareti

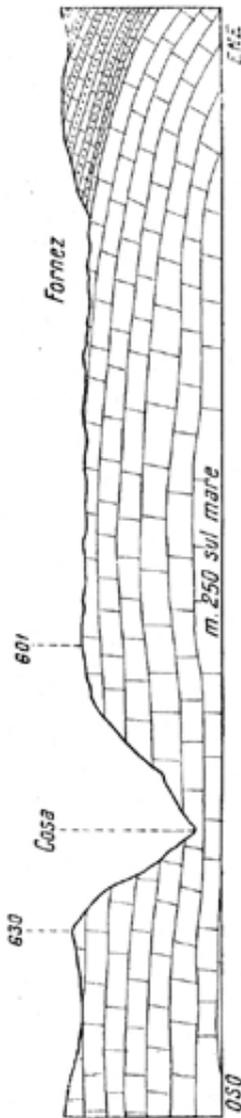


Fig. 22

Profillo della valle della Cosa e dell'altipiano di Pradis circa all'altezza del Malpás e del Cuél Spelât. Scala 1 a 20 mila.

rocciose ertissime o subverticali, salvo più a valle dove i fianchi della valle si scostano alquanto, facendosi meno ripidi, per serrarsi nuovamente nell'ultimo tratto, avanti di sboccare nella valle più aperta di Paludea, ove il torrente si snoda forzando l'angustia del passo. La profondità della gola, che è d'una cinquantina di metri alla confluenza col Molinát, cresce progressivamente verso valle dove, all'unione col rio Secco, è di 220 m. e di 300 sotto il Col Merrife.

A valle di Gercia, il torrente va man mano smagrendo, tanto che in tempi ordinari non riuscirebbe a portar acqua oltre la gola ove non intervenissero a riattivarlo i due *fontanoni*. In tempo di piogge però, la Cosa ha corrente superficiale per tutto il suo percorso. Essa pertanto ci offre un esempio bellissimo di *corso d'acqua rigenerato dalle acque profonde* cui esso stesso in parte contribuisce. Questo fatto del resto è del tutto analogo a quello di molti fiumi di pianura che vengono rialimentati dalle risorgive, quale ad es., per limitarci al Friuli, il Tagliamento. (1).

Il fatto che la Cosa, grazie alla brevità del suo corso attraverso la massa calcareo-fessurata, non ostante le perdite che vi subisce ha corrente copiosa e perenne in tempo di forti piogge, può spiegare l'origine della forra indipendentemente da precedenti più favorevoli condizioni idrografiche.

(1) Il fenomeno si verifica in molte altre regioni carsiche.

È logico tuttavia supporre che a un più elevato livello di base delle correnti superficiali corrispondesse un più elevato livello delle acque di fondo, scaturenti più a monte nelle valli attuali il cui progressivo approfondirsi ha determinato appunto l'abbassamento della falda carsica. Ad eccezione delle grotte di Pradis; ignoro l'esistenza nella forra della Cosa (per alcuni tratti del resto impraticabile) di altre cavità che possono rappresentare le antiche vie d'uscita delle acque profonde, per quanto le sorgenti carsiche non siano di necessità collegate a cavità praticabili. *Ove le grotte di Pradis rappresentassero questi antichi sbocchi*, ciò che sembra plausibilissimo, *la falda carsica avrebbe avuto un livello di 260 m. circa più alto dell'attuale*: questo dato corrisponde appunto al valore medio dell'incisione della Cosa nell'ultimo ciclo erosivo, per cui l'epoca di attività delle grotte di Pradis rientrerebbe nella prima o in una delle prime fasi di questo ciclo erosivo (1).

Questa constatazione pare ricevere conferma dal fatto che la distribuzione altimetrica delle grotte asciutte e a sbocco temporaneo dell'altipiano del Ciaorléce non risulta casuale, bensì appare regolata, almeno apparentemente, da un certo ordine, come si vede nell'unito specchietto:

grotta della <i>Fóos</i>	m. 420
> del <i>Piciassát</i>	m. 434
> del <i>Férol</i>	m. 457
> <i>des Caráboles</i>	m. 486
> dell' <i>Agâr</i>	m. 720 circa
> della <i>Ciuíte</i>	m. 760 circa
> del <i>Vólt</i>	m. 806
> <i>Claupâtis</i>	m. 870
> <i>des Scióres</i>	m. 975
> del <i>Fornát</i>	m. 1073

Osservando l'unito elenco delle grotte ordinate per altezza crescente, si constata l'esistenza di una prima serie di cavità a sbocco periodico compresa fra un'altitudine di 420

(1) L'orlo della valle della Cosa ha un'altezza media compresa fra 550 e 660 m. s. m., onde le grotte di Pradis (m. 520) dovettero entrare in attività soltanto allorchè l'incisione della valle era già iniziata.

e 486 m. s. m. e un'altezza relativa all'attuale fondo della valle da 20 a 90 m. circa. Se prescindiamo poi dalle grotte del *Fornât e des Sciôres*, una seconda serie di cavità, pure quasi tutte a sbocco temporaneo, si trova ad un'altezza oscillante fra i 720 e gli 870 m. s. m., con un'altitudine media di 770 m. È da supporre che almeno alcune di queste cavità fossero un tempo percorse da correnti perenni in relazione con più elevati livelli delle acque carsiche profonde: soprattutto suggestivo è il fatto che le tre prime grotte si aprono quasi ad eguale altezza delle grotte di Pradis cui sono analoghe anche per l'ubicazione; ed è pertanto probabile ch'esse fossero originariamente collegate ad un livello dell'acqua di fondo prossimo ma posteriore a quello che alimentava le grotte di Pradis.

La serie di grotte più elevate si mantiene ad un'altezza di poco superiore a quella della superficie di spianamento pliocenica, situata a 300-350 m. sopra i fondi attuali delle valli della Meduna e della Cosa e corrisponderebbe pertanto ad un livello delle acque superficiale e carsiche profonde almeno 350 m. più alto dell'attuale, appartenente cioè al ciclo immediatamente anteriore a quello che ha prodotto l'incisione della Cosa. I caratteri giovanili di queste grotte più elevate, tuttora in attività, tendono però ad escludere una diretta dipendenza dagli antichi livelli di base della falda carsica; tutt' al più si può supporre che le cavità attuali rappresentano non precisamente le antiche vie di sbocco, ma sistemi di fenditure e di canali creati ed ampliati durante i cicli precedenti entro i quali potè poi svolgersi una più libera circolazione delle acque.

Con un precedente ciclo idrografico, coevo alle grotte di Pradis, è da collegare l'incisione della valle del rio Secco, ora non più percorsa da acque correnti salvo da qualche effimero ruscello che vi può arrivare in occasione di forti precipitazioni meteoriche dal margine del ripiano di Ciavuiánes. La continuità di pendenza che la valle presenta sino alla congiunzione con la Cosa (m. 340), attesta che la valle stessa è stata abbandonata dalla corrente superficiale soltanto in un periodo relativamente recente: d'altra parte, la presenza delle cascate sotto la fonte del Pocít indica che il disseccamento è intervenuto prima che la sua curva di fondo fosse riuscita a

porsi in equilibrio. La Cosa stessa del resto erode tuttora fortemente nel suo tratto superiore interrotto da vari salti. Questo disseccamento però non è soltanto dipendente dall'abbassamento dell'acqua carsica di fondo, ma anche dalla decapitazione che il rio Secco ha subita alla sua testata per opera dell'incisione retrograda della Fous di Campone e dall'abbassamento, per causa dell'approfondirsi della Fous e della Cosa, del livello acquifero alla base della massa dolomitica del m. Rossa a cui il rio Secco doveva attingere.

La valle della Cosa, pel carattere intermittente del corso d'acqua, rappresenta un grado intermedio fra le valli secche delle aree carsiche e quelle invece attraversate da correnti perenni traenti alimento dalle regioni esterne. In Friuli, le valli della Cellina, della Colvera, dell'Arzino, del Torre e del Natisone, che attraversano gli altipiani carsici submontani, appartengono appunto a quest'ultimo tipo, e la loro perennità, ad onta delle perdite che la corrente superficiale subisce attraverso la zona fessurata, è mantenuta dalla copia dell'alimentazione nel loro bacino superiore.

Lungo la forra della Cellina, ignoro l'esistenza di sgorgi perenni di acque carsiche: una sorgente che fu captata per l'acquedotto di Maniago (fonte Ravédis), emunge le rocce carsiche vicino allo sbocco del torrente nel piano: la Cellina nel tratto a monte scorre al di sopra del livello delle acque profonde e le perdite che vi subisce, anche se non riescono a disseccare la corrente, vi devono essere però assai sensibili.

La Colvera è parimente rialimentata dalle acque risorgenti alla sua uscita nel piano [sorgenti Pissoli (m. 426)], al limite della roccia carsica con i terreni terziarii.

L'Arzino, che ha corrente perenne per tutto il suo percorso attraverso la massa carsica dell'altipiano di m. Prât, riceve il tributo di alcune copiosissime polle (ne contai quattro, forse non tutte perenni) che erompono dai calcari, l'una sopra lo stavolo Buccina (Pert) verso i 375 m. s. m. e le altre più a valle fra 250 e 350 m. s. m. (1). Se tali scaturigini, come è

(1) Circa allo stesso livello (m. 400) scaturisce la sorgente carsica del Barquêt, presso Anduins, che emunge lo stesso altipiano carsico. L'antico sbocco della sorgente pare rappresentato dalla vicina grotta *des Aganis* dalla quale dopo le piogge esce un torrente. V. DE GASPERI, *La Ciase de lis Aganis*, 1.a e 2.a nota; « Mondo Sotterraneo » V, 1908-1909; VI, 1909-1910.

fortemente probabile, rappresentano l'emergenza d'una falda carsica comune, la corrente superficiale dell'Arzino si trova dovunque al di sotto della detta falda e quindi non dovrebbe subire sensibili perdite.

Nell'altipiano del Bernadia, come si è già visto, il Cornappo e forse anche il Torre intersecano nell'ultimo tratto la falda profonda, ripetendo le stesse condizioni che si verificano per la Cosa.

La ellissoide del Lubija - Mija - Matajûr, è traversata da una valle secca, quella di Pradolino, e da una valle percorsa perennemente o quasi da acque superficiali (Natisone). Qui peraltro la questione dell'idrografia sotterranea è assai complessa, in quanto che riguardo alla sorgente della Poiana, captata per il grandioso acquedotto che dà acqua a tutto il Cividalese, è discusso tuttora se emunge effettivamente la massa carsica o se invece è mantenuta dalle infiltrazioni del fiume nel tratto di alveo ghiaioso situato a monte (¹).

Riassunto

Le principali conclusioni del nostro studio si possono compendiare come segue:

1. La massa carsica del Ciaorléce geologicamente e tettonicamente corrisponde ad un'ellissoide un po' dissimmetrica di calcari cretacei di scogliera a nucleo profondo triassico-giurese, con alla base una cintura quasi continua di terreni marnoso-arenacei impermeabili.

2. La regione, emersa nel Miocene superiore, fu soggetta a tre principali cicli erosivi subaerei, ognuno dei quali pervenuto ad uno stadio di maturità o vecchiaia e accompagnato da cambiamenti notevoli della rete idrografica superficiale: il ciclo più antico (Miocene superiore - Pliocene in-

(¹) L'importante problema è stato argomento di seri studi [V. MURSONI (F.), *Le fonti e l'acquedotto della Poiana*, « Mondo Sotterraneo » Anno VIII (1912) pag. 73-101] e ha provocato recentemente vive contestazioni fra « il Consorzio per l'acquedotto della Poiana » e la « Società elettrica italiana » la quale ha in progetto la deviazione dell'alto corso del Natisone nell'Isonzo.

feriore ?) denudò e spianò l'area culminante (m. 1100-1200 s. m.); il secondo ciclo (Pliocene) provocò un nuovo spianamento della regione fra 500 e 700 m. s. m.: il terzo infine (Quaternario almeno per gran parte) incise per 300 metri in media la predetta superficie almeno in tre riprese principali fra loro separate da due fasi di alluvionamento della quale la più recente conseguì alla glaciazione Vurmiana.

3. Nell'interno della massa carsica esiste un livello di acque profonde sostenute lateralmente dalla cintura impermeabile, che attinge alle precipitazioni che cadono sull'area carsica ed emunge anche alcune correnti superficiali di provenienza esterna all'altipiano (Cosa e Ciarsò): la falda carsica affiora a 266 m. s. m. nella valle della Cosa, (da 300 a quasi 800 m. più in basso della superficie dell'altipiano).

4. Le cavità carsiche superficiali (doline e voragini) sono impostate sulle superfici messe a nudo durante il primo e il secondo ciclo erosivo, salvo le voragini più profonde che si aprono sulla superficie di denudazione più antica.

5. Esistono tracce di più antichi ed elevati livelli della falda carsica, che rientrano nel terzo ciclo erosivo, l'uno verso i 420 m. s. m. e l'altro a 520; e forse anche di un terzo livello, appartenente al secondo ciclo, posto verso i 770 m. s. m. Il progressivo abbassamento della falda carsica è dovuto all'affondarsi graduale delle incisioni vallive determinato a sua volta dal progressivo sollevamento della regione.

La Grotta Azzurra di Castelrosso

〈Mare di Levante〉

Tra i fenomeni più singolari che hanno reso celebri nel mondo turistico le bellezze di alcune cavità sotterranee, uno forse dei più attraenti è quello offerto dalla Grotta Azzurra di Capri. Si tratta di un fascio di raggi luminosi che, passando attraverso ad uno strato d'acqua marina, va ad illuminare d'una mistica luce azzurra le pareti buie della caverna. Com'è noto l'acqua del mare assorbe in grado diverso i vari colori dello spettro solare e precisamente, mentre i raggi rossi e gialli vengono assorbiti anche da uno strato d'acqua molto sottile, quelli azzurri invece riescono a passarvi, andando perciò a colorare l'interno della grotta (1). Affinchè il fenomeno si verifichi è necessario che l'entrata della caverna sia completamente o in buona parte sommersa e che sia esposta approssimativamente verso oriente o verso occidente.

In queste condizioni si trova appunto la grotta azzurra di Castelrosso o meglio la Grotta di *Fotsaliki*, come vien chiamata sul posto (2). Essa si apre sulla costa orientale dell'isola a circa un'ora e mezzo di battello dal paese. L'entrata, grossolanamente ovale, è quasi del tutto sommersa, rimanendo al di sopra del livello del mare una volta molto bassa (m. 1.20) e poco larga. Si può penetrare nell'interno con una piccola barca, durante la bassa marea e solo se il mare è calmo, procedendo a sbalzi ed approfittando, per spingersi avanti, del sopraggiungere di un'onda che sollevi un poco la barca, la quale rimane spesso incastrata fra le strette pareti del corridoio d'accesso. Dopo aver superato a que-

(1) BRÜCKNER (ED) — *Die III. Terminfahrt S. M. S. «Najade» in der Hochsee der Adria.* — Mitt. der K. K. Geograph. Gesell. in Wien — Bd. 55, N. 1-2 Vienna, 1912 pag. 30.

(2) A questa grotta ho già accennato brevemente in una nota illustrativa dell'isola di Castelrosso pubblicata su «Le Vie d'Italia», Rivista mensile del Touring Club Italiano, anno XXIX, N. 6, Milano, giugno 1923 pag. 651: *La tredicesima isola del Dodecaneso, l'Isola di Castelrosso.*

sto modo un tratto di una diecina di metri, si giunge in un'ampia sala, col soffitto a cupola, rivestita qua e là di incrostazioni calcaree non eccessivamente abbondanti.

Il suolo della grotta, ben visibile attraverso l'acqua limpidissima del mare, è abbondantemente cosparso di ciottoli e di detriti più o meno grossolani. Ai piedi della parete opposta all'entrata, giace un cumulo caotico di massi enormi che emergono in parte dallo specchio d'acqua.

L'altezza della sala mi sembrò così a occhio, di circa 15 metri, ma, data la scarsità dei mezzi d'illuminazione che avevo a mia disposizione, può darsi che tale cifra sia un po' diversa dalla realtà. La larghezza massima è di circa 20 metri, la lunghezza di circa 35.

Dall'ampia sala, sul lato N.E. si diparte un corridoio largo una decina di metri che si va leggermente strozzando verso il fondo ove termina a « cul di sacco ». La lunghezza del corridoio non supera i 15 metri. Qualche cunicolo e qualche fessura s'aprono qua là nella parte alta delle pareti, presso il soffitto della grotta, ma non mi parve avessero prosecuzione nell'interno all'infuori forse di uno, la cui posizione quasi inaccessibile non me ne permise l'esplorazione. A prescindere da qualche stillicidio, non riuscii a trovare sorgenti; non escluderei però in modo assoluto, che ve ne possa essere qualcuna sottomarina.

Nel complesso la grotta di Fotsaliki ha forti rassomiglianze con la grotta Azzurra di Capri e in genere con caverne ad entrata piuttosto ristretta e in relazione con la circolazione sotterranea delle acque (1).

Nell'isola di Capri però, oltre alla sunnominata, ve n'è qualche altra che presenta il caratteristico fenomeno luminoso come per esempio una che s'apre a breve distanza dalla Grotta Bianca.

Anche la Grotta di Nettuno presso il Capo della Caccia, non lungi da Alghero in Sardegna (2), è dello stesso tipo, ma la planimetria è più complicata. Una forma leggermente diversa è presentata invece dalla Grotta Azzurra di Busi, Pisolotto presso Lissa nell'Adriatico (3). Questa possiede tre entrate di cui una com-

(1) ROVERETO (G.) — *Studi di Geomorfologia*, vol. I, Genova 1908, pag. 266.

(2) DE LA MARMORA (A.) *Voyage en Sardaigne*. — Vol. III, Tome I, Paris 1857, pag. 179.

(3) BRÜCKNER (ED.) op. cit.

pletamente affogata nel mare, una sommersa solo parzialmente ed un'ultima sopra il livello delle acque. Le due ultime comunicano con la sala interna per mezzo di un corridoio relativamente lungo, mentre la prima è simile a una gran finestra aperta nella parete rocciosa che chiudeva la sala. Probabilmente in Italia vi saranno varie altre grotte azzurre, ma non ho avuto occasione di fare ricerche in proposito.

Questo fenomeno delle «Grotte azzurre», che di per sè stesso non ha importanza altro che come curiosità naturale, può tuttavia dare indirettamente qualche indizio su fenomeni ben più complessi riguardanti i movimenti delle terre emerse o del livello del mare. Una delle condizioni necessarie infatti, affinchè si verifichi il fenomeno luminoso è, come abbiamo detto, la presenza di un'entrata completamente o in buona parte subacquea. Orbene, le cavità che s'aprono presso il livello del mare, possono avere una doppia origine: o sono state scavate dai flutti con l'aiuto dei detriti strappati alla costa, o sono dovute all'azione erosiva e solvente delle acque sotterranee di provenienza esterna (1). Nel primo caso però le cavità hanno una forma molto semplice con un'apertura molto ampia e un fondo ristretto; nel secondo invece si hanno normalmente delle sale e dei corridoi più o meno lunghi e complicati. Le grotte sopra ricordate si trovano appunto in queste condizioni. Ma poichè il livello di base delle acque correnti è rappresentato dalla superficie del mare, è evidente che un grotta, in condizioni normali, non dovrebbe mai avere il suo fondo al di sotto di tale livello. E se ciò, al contrario, si verifica vuol dire che la regione, in cui la grotta è scavata s'è affondata almeno di un importo corrispondente alla profondità in cui si trova il suolo della grotta stessa al di sotto della superficie del mare o che di altrettanto s'è innalzato il livello di questo ultimo (2).

Ardito Desio

(1) Vi potranno essere dei casi in cui l'escavazione è dovuta ad ambedue questi fattori ed anzi, anche nel secondo caso, l'azione del mare avrà certamente completato l'opera delle acque sotterranee.

(2) Non è da escludersi, in qualche caso, che lo sbocco della grotta presso la superficie del mare, ma sempre al di sopra, sia stato ingrandito anche al di sotto dall'azione dei flutti. La forma complessiva sia dell'entrata che dell'interno della cavità, potrà dare però dei buoni indizi in riguardo.

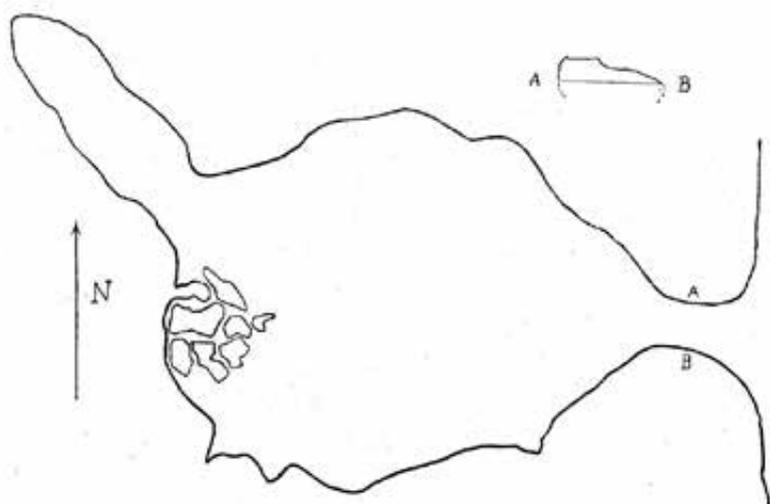


Fig. 1. — Schizzo a vista della planimetria della grotta.
Scala approssimativa 1:500.
(N. B. — La sezione è in scala 1:250).



Fig. 2. — Entrata della grotta di Fotsaliki a Castelrosso.

Desto A. — *La grotta azzurra di Castelrosso (Mare di Levante).*

Vita del Circolo

Il XXXVI Convegno della Società Alpina Friulana e del Circolo Speleologico. — Il 30 luglio scorso la Società Alpina Friulana ha tenuto a Forni di Sopra il suo xxxvi Convegno, al quale, conforme a una vecchia consuetudine, ha partecipato con numerosi soci anche il Circolo Speleologico. Dopo il discorso del Presidente dell'Alpina, prof. O. Marinelli, in assenza del Presidente prof. Musoni parlò il Segretario del Circolo, dott. Egidio Feruglio, il quale rese conto dell'attività, delle ricerche e degli studi compiuti nel corso dell'anno dal nostro Sodalizio.

Alcuni soci del Circolo presero parte alla salita della vetta della Cridola (m. 2583) indetta in occasione del Congresso.

Una visita alle grotte di Timau. — Le grotte di Timau, scavate nella parete rocciosa che soppasta al *Fontanon*, furono esplorate, almeno in parte, prima da O. Marinelli (*Studi orografici*, 1ª serie, pag. 62) e quindi da A. Lazzarini (*Le grotte di Timau*, « In Alto », 1903, n. 3-4) che ne rilevò e pubblicò anche la pianta, però parzialmente errata in quanto che il pozzo che si apre nel canale superiore comunica con la galleria inferiore per cui la grotta si chiude. O. Marinelli e G. B. De Gasperi (*Grotte e voragini del Friuli*, 1916, pag. 89) ritennero le cavità di origine artificiale, cioè antiche gallerie di miniere di calcopirite. Vi feci una rapida visita il 21 ottobre scorso in compagnia e con l'aiuto di alcune persone del luogo, grazie all'appoggio della Società elettrica della But. Nel piano inferiore sono due brevi gallerie, l'una diretta verso l'interno, l'altra invece sboccante di nuovo all'esterno: quest'ultimo canale fu ingrandito durante la guerra e la finestra con cui si apre nella parete rocciosa, affacciandosi sopra la valle che domina per un tratto, venne opportunamente trasformata per l'appostamento dell'artiglieria o di mitragliatrici. Con l'aiuto di una scala a mano, superando il salto roccioso di 10 m. passai sul piano superiore delle grotte, composto di un complicato intreccio di canali. Nel braccio più elevato della cavità e nella galleria che soppasta al salto di 10 m., trovai numerosi ciottoli, raccolti nel limo, ben arrotondati e allisciati, costituiti di calcare grigio devonico e di calcare rossastro devonico o silurico e un ciottolo di quarzo silurico o carbonifero, cioè delle stesse rocce che compongono il massiccio dei Pal e del pizzo di Timau. Ciò dimostra che la grotta in altri tempi è stata percorsa da acque correnti per cui si deve effettivamente considerare di origine naturale, forse appunto quale un antico sbocco delle acque del *Fontanon*. Nella galleria superiore sono anche abbondanti le concrezioni calcaree.

Il giorno stesso eseguii una visita anche al *Fontanon* che sgorga da parecchie aperture, in parte nascoste da macigni, (V. O. *Marinelli*, *Op. cit.*, pag. 61) nella roccia calcareo-fessurata. La bocca superiore era all'asciutto per cui mi fu possibile di accedere nell'interno. Questa via di sbocco è composta di un breve canale in forma di stretta fenditura, col fondo in discesa e sparso di ghiaiottole. Dopo circa 3,5 m. di percorso, il canale devia leggermente a sinistra: le pareti verticali e levigate si accostano però subito in modo da impedire di avanzare. Sul fondo, in basso, si scorge l'acqua: si tratta evidentemente di un sifone come aveva sospettato il *Marinelli*.

Nella prossima estate, se le circostanze me lo consentiranno, intendo di ripetere l'esplorazione e di rilevare con accuratezza l'intero sviluppo di canali delle grotte.

EGIDIO FERUGLIO

Voragine del m. Tomba. — La voragine in parola è segnata sulla tavoletta « *Platischis* », ediz. 1910, circa a NE del monte Tomba (*Za-s-ciák*), appena sopra il cippo quotato 690 del vecchio confine politico, a circa 725 m. s. m. È aperta sul fondo di una dolina in pendio, delle dimensioni a occhio e croce di m. 20 × 25: il pozzo discende obliquamente verso ENE e un sasso gettatovi dentro rimbalza più volte. Essendo sprovvisto di una cordicella, non potei scandagliarne la profondità che è certamente abbastanza notevole.

EGIDIO FERUGLIO

La Sorgente del "Fornát", a Torreano di Cividale. — È una delle sorgive più copiose dei terreni calcareo-eocenici del Friuli orientale. Sgorga verso i 185 m. s. m., alla base di un breve contrafforte del monte dei Bovi, sulla sponda sinistra del Ciaró di Torreano, dinanzi alla borgata principale di quest'ultimo paese. L'acqua esce fuori da un breve cunicolo e da due altri fori quasi contigui, aperti nel calcare marnoso plumbeo o celestognolo, compatto, a frattura concoide. Forma un ruscello copioso, che alimenta la roggia laterale al torrente. L'acqua ordinariamente limpida, s'intorbida alquanto dopo gli acquazzoni, ma in due o tre giorni si chiarifica nuovamente. Una cinquantina di metri a monte della polla, nello stesso banco di calcare marnoso si apre, con una piccola imboccatura ellittica di m. 1,5 × 1 delle dimensioni, un breve canale che s'interna per 5 m. in dolce discesa e con direzione a SSE: è alto in media 80 cm. e largo m. 1,3 e termina con alcuni meati impraticabili comunicanti forse con un sifone. La minuscola galleria rappresenta probabilmente una via di sbocco temporaneo delle acque eccedenti della sorgente inferiore. Da essa difatti si diparte un piccolo alveo sassoso che si dirige a sud, congiungendosi col ruscello originato dallo sgorgo perenne. La regione di alimento della sorgiva è rappresentata dall'ampio altipiano calcareo che si aderge, frastagliato da numerose vallecole, sulla sinistra della valle sino a raggiungere il crinale del monte dei Bovi e del Mladesena. La superficie dell'altipiano è parzialmente modellata su un unico potente banco calcareo fessurato, costituito in basso di una breccia grossolana a cemento marnoso (così-

detto conglomerato pseudo-cretaceo) che trapassa superiormente a breccie e brecciole calcaree sempre più minute ed infine a calcari arenacei compatti e a calcari marnosi. Questi ultimi sono poi sormontati da strati arenaceo-marnosi impermeabili, inclinati, in concordanza col banco predetto, di 25° a SE, i quali servono ad arrestare le acque sotterranee determinandone l'uscita all'esterno.

EGIDIO FERUGLIO

Una escursione alla grotta di Villanova. — Il giorno 8 aprile u. s., i Sigg. *Ottorino Aloisio, Bruno e Giulio Pittoni, Nino Scala*, accompagnati dal sottoscritto fecero una escursione alla nota caverna di Villanova in quel di Tarcento. Spintisi fino al sommo del monte Bernadia con l'automobile, entrarono nella cavità, dalla bocca superiore, verso le otto del mattino. Percorsi i primi corridoi, si calarono, con la corda, nella parte di mezzo della grotta, raggiungendo, dopo varie peripezie, la sala maggiore: peripezie, dovute più che altro ad alcune frane, che modificarono qua e là in questi ultimi anni il percorso sotterraneo, tanto da far quasi disorientare il sottoscritto, che da ben sedici anni non visitava la caverna. La cosa più grave che verificarono gli esploratori, fu l'otturazione dell'uscita inferiore, fra l'orifizio e la prima delle tre salette successive, la qual cosa li obbligò a risalire per la gola di circa 15 metri, dei quali già erano discesi con l'aiuto della corda.

Fu osservato poi che il corso del ruscello, oltre la sala maggiore, ha modificato notevolmente il suo letto.

Tali variazioni nella fisionomia della caverna sono forse dovute a scoscientimenti, provocati dagli scoppi delle mine, che si fecero ripetutamente brillare per aprire la strada militare, che dalla valle del Torre sale a Villanova. L'esplorazione durò otto ore circa.

A. LAZZARINI

Gruppo di soci esploratori. — Si è costituito un gruppo di giovani soci: *Aloisio Ottorino, Capozzo Mario, Grillo Mario, Furlani Antonio, Margotta Leonardo, Marin Ezio, Nonnino Vittorio, Pittoni Bruno, Pittoni Giulio, Scala Nino, Toffoletti Edoardo*, i quali durante le vacanze estive, sotto la guida dei più esperti speleologi del Circolo, si propongono di condurre a termine l'esplorazione dell'altipiano carsico del Ciaorlécc e di iniziare quella della parte già irredenta della nuova Provincia del Friuli, oggi felicemente unificato politicamente e amministrativamente. Essi saranno invitati quanto prima a una riunione nel Gabinetto di Geografia del R. Istituto Tecnico per stabilire il piano dei lavori da intraprendere.

Recensioni e annunci bibliografici

MORI (ASSUNTO). — *I fenomeni carsici dell'Argentario* — « Atti dell' VIII° Congresso geografico italiano » Firenze, 1923. Vol. II° pag. 144-8.

L'A. in questa sua nota richiama l'attenzione sopra i fenomeni carsici, finora passati inosservati, del m. Argentario, lungo la costa prossima a porto S. Stefano e in vicinanza della punta di Lividonia: sono caverne - tutte dello stesso tipo -, nicchie costiere, piccole doline; ma specialmente interessante è una zona di solchi carsici formatisi nei calcari presso la Casa della Cacciarella.

Ivi un declivio a dolci pendenze, largo da 40 a 50 m., ha l'aspetto di un vero mare in tempesta petrificato, irto di pinnacoli di tutte le forme e grandezze, separati da cavità e solchi quanto mai vari - spesso allargantisi in doline - di cui alcuni perpendicolari, altri paralleli alla costa.

Alla formazione di detta zona hanno contribuito le acque terrestri e le marine. L'azione di queste avviene in due modi, cioè: impedendo lo sviluppo di una vegetazione che funga da tappeto protettore, e tormentando meccanicamente la superficie rocciosa contro cui le acque vengono spinte dal moto di risacca, scorrendo poi nei solchi superficiali e approfondendoli sempre più; mentre una parte di esse ristagna nelle cavità senza scolo, esercitandovi una debole azione solvente.

Le acque terrestri scendono lungo il pendio durante le piogge e, trovandovi la superficie denudata e già solcata dal mare, la lavorano a loro volta, sia chimicamente che meccanicamente, dando origine ai solchi che hanno direzione perpendicolare alla costa e soprattutto alle cavità maggiori, dal margine slabbrato verso il mare: solchi e cavità diverse secondo la massa e la velocità delle acque, la tessitura particolare delle rocce calcaree e lo stadio di elaborazione compiuta dal mare.

Questa zona di solchi carsici è uno dei pochissimi esempi di tali fenomeni finora segnalati: esso dimostra in modo inoppugnabile che i Karren costieri sono formati dalla duplice azione meccanica delle acque marine, spinte in su dalle onde, e chimico-meccanica delle acque terrestri: la prima più forte della seconda, perchè i solchi carsici - almeno nella caratteristica forma indicata - mancano là dove non arrivano i flutti.

F. MUSONI

MÜLLER (GIUSEPPE). — *Secondo contributo alla conoscenza della fauna cavernicola italiana*. — « Atti dell'Accademia Scientifica Veneto-Trentino-Istria, serie III, vol. XII-XIII, 1922.

L'A. descrive accuratamente varie forme nuove d'insetti cavernicoli e precisamente: a) la specie *Oryotus Ravasini* (scoperta in un abisso

del Consiglio); *b*) la sottospecie *Circovichi* del *Trechus Bilimeki* (in tre grotte dell'Isola Cherso); *c*) la sottosp. *tolminensis* (nella Grotta di Dante presso Tolmino) e la sottosp. *Ravasinii* (in una piccola caverna ad Anska Lazna nella Selva di Ternova) del *Trechus hirtus*; *d*) la sottosp. *Ravasinii* del *Machaerites spelanus* (nella Grotta di Postumia, in quella di Falkenhayn a Planina e nella spelunca di Ponikve presso S. Daniele del Carso); *e*) la sottosp. *tergestinus* (nella Grotta di Gabrovizza e in varie altre caverne del Carso Triestino) e la sottosp. *crepsensis* (in alcune spelonche dell'Isola di Cherso) del *Bathysciotes Khevenhülleri*. Per la forma tipica del *Trechus Mülleri* sono aggiunte due nuove località (oltre alla Grotta Clementina di Opicina), e cioè la Caverna dell'Orso e la Grotta Ercole, entrambi presso Gabrovizza (nei dintorni di Prosecco).

Mentre il *Trechus hirtus* figurò finora come esclusivamente cavernicolo, la nuova sottospecie *nivalis* è descritta dall'A. come forma di stazione eccezionale, essendo stata rinvenuta ai margini di un campo di neve sul Tricorno (però sul versante jugoslavo).

G. PAOLETTI

MÜLLER (GIUSEPPE). — *Materiali per una fauna coleotterologica delle isole e degli scogli dell'Adriatico*. — « Liburnia », gennaio-giugno 1922. — È uno studio notevole per i confronti faunistici che intercedono tra le isole adriatiche e la vicina terraferma. Delle numerose forme ricordate, alcune c'interessano perchè più specialmente cavernicole, e cioè: il *Trechus Bilimeki* subsp. *Circovichi*, il *Bathysciotes Khevenhülleri* subsp. *crepsensis* ed il *Troglorrhynchus anophthalmus* dell'Isola Cherso; ed *Trechus Scopoli* subsp. *Maderi*, il *Bathysciotes Khevenhülleri* subsp. *Horváthy* ed il *Bythinus scapularis* dell'Isola Veglia. Secondo l'A. tutti questi coleotteri abitavano le due Isole Cherso e Veglia fin dal tempo in cui esse formavano ancora parte di un solo complesso montuoso istro-croato.

G. PAOLETTI

LAHNER (G.) — *Im Karst der Schwarzen Berge. Höhlenforschungen und hydrographische Studien in Westmontenegro*. « Mitt. d. Ver. f. Höhlenk. » Graz, 1918.

Le ricerche speleologiche, i cui risultati sono riferiti in questo lavoro, furono eseguite durante il periodo bellico nella sezione occidentale, accentuatamente carsica, del Montenegro, e si proponevano scopi scientifici e pratici a un tempo: principale quello della ricerca delle acque. L'A. esplorò tutta una serie di grotte nei polja di Cetinje, Dobrsko Selo, lago di Scutari e specialmente in quello di Njegus e sul m. Lovcen che avevano maggiore importanza per il Comando militare.

Assai probabilmente i calcari fessurati del Montenegro scendono con natura carsica fino al livello del vicino mare, come proverebbero numerose sorgenti scaturienti lungo il golfo di Cattaro e che si raccolgono nel polje sommerso del lago di Scutari: perciò anche le grotte vi assumono generalmente la forma di abissi verticali (avens).

Il polje di Niegus sarebbe originato da una grande frattura e dovette essere già una valle normale che sboccava sul mare per mezzo della gola di Skurda presso Cattaro.

F. MUSONI

Dott. K. ABSOLON. — *Macocho-Moravsky Kras*. Brno, 1922.

È questa una interessantissima e fortunata pubblicazione (40° migliaio), che ha per scopo di far conoscere a largo le meraviglie del Carso moravo (Moravsky Kras) ed in primo luogo l'immenso abisso *Macocho* (leggi *Mazzocho*, colla *ch* aspirata), delle grotte, dei laghi e dei labirinti sotterranei percorsi dal fiamiciattolo Punkva.

Il Carso moravo occupa uno spazio di circa 100 Km. quadrati e la sua parte settentrionale, dove si trova la *Macocho*, costituisce quella celebre regione nella quale si trovano in grande numero ed in forme meravigliose tutti i fenomeni carsici, dai più notevoli e rari ai più comuni. La *Macocho*, l'abisso più grande che si conosca sulla terra, colle circonvicine grotte e soprattutto con quella grandiosa ed estesissima, denominata *Katerinska jeskyne* (la grotta di Caterina) colle sue stupende incrostazioni, attira da ogni parte un grande numero di turisti e di studiosi, poichè oltre le rarità e le eccezionali bellezze, che specialmente dopo le ultime scoperte (1914-1920) non hanno pari, quei luoghi offrono anche un interessante ed intricatissimo problema da sciogliere, problema che l'Absolon stesso in altri suoi lavori imposta e chiama: Problema dei corsi sotterranei della Punkva.

Il presente lavoro ha carattere e forma di « guida », ma è fatto colla cosciente perizia di uno scienziato e coll'amore di un appassionato dell'argomento. È corredato di abbondanti illustrazioni inserite nel testo e di altre bellissime, aggiunte in appendice, che riportano le principali e più caratteristiche vedute di quel mondo abissale e sotterraneo, come pure di cartine e di schizzi planimetrici.

I. TRINKO

J. V. ZELIZKO. — *Pamatce K. J. Masky a M. Krize*; Brno, 1921.

Sono note consacrate alla memoria dei due benemeriti scienziati cechi *Maska* (1851-1916) e *Kriz* (1841-1916), i quali hanno portato un grande contributo alla paleontologia, geologia, preistoria e speleologia cecha con numerose pubblicazioni. Vi sono riportati i ritratti dei due dotti ed il Dott. Absolon vi ha aggiunto l'elenco degli scritti e delle raccolte di *Kriz*.

I. TRINKO

Prispevki k vedeckému poznání mor. Krasu. — Brno, 1922.

I. - Dott. K. ABSOLON: *Organisacní poznámky*.

II. - K. ZAPLETAL: *Geotektonická stavba moravského Krasu*.

Sono due monografie che contengono contributi per la cognizione scientifica del Carso moravo: la prima presenta delle note illustrative generiche sulla organizzazione delle investigazioni e serve come di pre-

fazione agli ulteriori studi sull'argomento; la seconda spiega la costruzione geotectonica del Carso moravo e viene in aiuto del testo con una tavola illustrativa degli strati ed una ricca e minuziosa carta delle formazioni geologiche.

I. TRINKO

Dott. JUL. KOMAREK. — *O temnostnih Trikladach s Krasu balkanskyeh.* — Brno, 1919.

È questa una dotta monografia del prof. Komarek, assistente della facoltà zoologica dell'univer. cecha di Praga, nella quale egli descrive con grande competenza la fauna speleologica in base alla collezione delle Turbellarie - Tricladi - raccolta dal Dott. Absolon, specialista in materia, e dai suoi collaboratori, nelle numerose grotte del Carso dinarico e nelle cavità sotterranee delle montagne che si estendono dall'Istria e dalla Carniola al Montenegro ed alla contermina regione balcanica. È corredata di tre tavole con trenta illustrazioni relative ai nuovi generi e specie: *Planaria illyrica*, *Planaria montenegrina*, *Soroceopsis decemoculata*, *Dendrocoelum subterraneum*, e *Geopatulidicolia Absoloni*.

I. TRINKO

