

CARLO FELICE CAPELLO

IL FENOMENO CARSICO NELLE VALLI DI COURMAYEUR (Valle d'Aosta)

La presenza di rocce facilmente erodibili e solubili negli immediati dintorni del Massiccio del M. Bianco è collegata alla struttura geologica di tutta la regione. Si tratta, come è noto, di un nucleo centrale granitico (massiccio propriamente detto) che è contornato lungo tutto il suo perimetro sud-orientale da un'ampia fascia estendentesi dalle regioni a sud del piccolo San Bernardo sino molto a settentrione di Orsières, suddiviso in diverse zone litologicamente diverse, due delle quali interessano dal nostro punto di vista. Quella più interna, di età giurassica, è formata da calcari semplici, dolomitici e scisti argillosi, marnosi e calcarei. Essa è visibile nel vallone di Dolonne ed al M. Frety. L'altra, pure calcarea, appartiene al mesozoico con *facies* piemontese e comprende calcari dolomitici intercalati a grossi banchi di gneiss, di carnirole, quarziti e scisti carboniosi (trias) sottostanti ai calcescisti ed ai calcari cristallini e brecciati del lias.

In complesso queste formazioni, che chiameremo globalmente « calcari », hanno un'andamento generale coincidente con il crinale delle anticatene ed hanno più specialmente in Val Veni una pendenza a mezzogiorno.

Esse offrono per la loro composizione, vie di dissoluzione e percolazione idrica di qualche entità e perciò su di esse si è estrinsecato il fenomeno carsico. Per quanto esso non raggiunga proporzioni paragonabili alle forme consimili del Carso Veneto e istriano, esso non è tuttavia trascurabile, specie se si pensa alla tettonica alquanto movimentata della regione.

La presenza del « carsismo » in queste alte regioni è stata avvertita già da qualche anno da alcuni studiosi i quali pur tuttavia nelle loro memorie non hanno dato che un cenno sommario dei fatti osservati, senza occuparsi di proposito del fenomeno.

Già il R o v e r e t o (1) aveva osservato che dietro a Dolonne, frazione di Courmayeur alle falde del M. Chetif, esisteva una « dolina ereditata » che egli mise in relazione con uno sprofondamento avvenuto nel sottosuolo di un lembo calcareo o gessoso facente parte di una scaglia calcarea carreggiata giura-triassica, con la quale sono pure da connettersi le sorgenti Vittoria e Regina (2). Osservava pure che più in alto verso il Colle Checrouit si avevano fenomeni carsici diversi, che più tardi attribuiva a modellamento post-glaciale (3).

Poco dopo il D e s i o (4) ritornò sull'argomento e precisò due località nelle quali si ritrovano tracce di carsismo: la prima è in Val Ferret nella parte alta, sinistra, del vallone Malatrà, dove si trovano numerose doline ad imbuto con ampiezze che variano da pochi metri a 15-20 e con profondità circa uguale alla metà del diametro. La seconda è in Val Veni, sulla dorsale tra il M. Chetif ed il Colle di Youla, dove l'A. distingue le doline-imbuti da quelle a scodella, con ampiezza anche sino a 20 metri. Quivi cita pure la presenza di doline composte e descrive il lago carsico di Checrouit.

Più recentemente il S e s t i n i (5) riporta qualche nuovo cenno sulla stessa zona e nota l'asimmetria delle doline che egli mette in rapporto con la stratificazione. Rispetto alla frequenza afferma che le doline ad imbuto sono le più numerose, seguono quelle a scodella. Quelle giacenti sotto la Testa d'Arp sono più ampie di tutte, seguirebbero poi quelle dell'alto vallone Malatrà ed infine quelle del Colle di Checrouit. Tanto il S e s t i n i quanto il D e s i o non fecero però nè misure comparative nè indagini morfologiche specifiche.

(1) ROVERETO G., *La conca di Courmayeur*. Rivista del Club Alpino Italiano, n. 8, 1925. L'Autore non precisa la località. La dolina si trova nel morenico, sul sentiero che da Dolonne conduce al Colle Checrouit, a cinque minuti dalle ultime case. Ha l'aspetto di un'ampia infossatura (diametro m. 15-18, profondità m. 5-6) con fondo piano ricoperto da acque stagnanti.

(2) A proposito della dolina di Dolonne, che essendo unica è una forma del suolo caratteristica e ben visibile, mi ritorna alla mente una citazione che qui trova opportuna sede. Non entro in merito alla vera origine etimologica del nome Dolonne, è tuttavia interessante osservare quanto scrive il P I C T E T, che accompagnò il D E - S A U S - S U R E nei suoi viaggi attorno al M. Bianco. Nel giornale di viaggio del 20 luglio 1778 descrive la gita a Dolonne e dice che è *un assez gros village nommé Dolina*. L'aver usato tale nome anziché Dolonne può essere in correlazione con un antico toponimo, derivato dalla presenza della forma topografica dianzi detta. (Confronta: GAILLARD E., *Le voyage de H. B. de Saussure autour du Mont Blanc en 1778 d'après les documents inédits de Marc Auguste Pictet*. La Montagne, Parigi, 1934, n. 11-12, p. 374).

(3) ROVERETO G., *Trattato di geologia morfologica*. Milano, vol. II, p. 842.

(4) DESIO A., *Appunti morfologici sui dintorni di Courmayeur* (Val d'Aosta). Rivista « Natura » della Società Italiana di Scienze Naturali di Milano, 1926, vol. XVII.

(5) SESTINI A., *Osservazioni e ricerche sulle Valli di Courmayeur*. Memorie geologiche e geografiche di Giotto Dainelli, Firenze 1930, vol. 1, p. 239-40. L'Autore figura pure una dolina composta e due laghetti carsici.

Avendo percorso per parecchi anni tali regioni, credetti opportuno ritornare di proposito sull'argomento, sia perchè il carsismo di questa parte della valle di Aosta mi parve degno in sè stesso di particolare ricerche, sia perchè trattandosi di una regione appartenente alla tipica serie mesozoica piemontese, quindi non favorevole per la tectonica all'estrinsecazione del fenomeno stesso, una maggior conoscenza delle condizioni di esso avrebbe portato nuovo contributo allo studio generale delle plaghe carsiche del bacino piemontese, studio questo che non è stato fatto sinora.

Le prime tracce del fenomeno si trovano, come fu detto, nell'alto vallone Malatrà, confluyente alla valle Ferret nei pressi di La Vachey. Risalendo il vallone tra i casolari di Malatrà Inferiore e Giouè e Malatrà Superiore, si nota, specie sulla destra idrografica del torrente, un susseguirsi di spuntoni calcarei (taluni alloctoni) carciati ed erosi alternati da piccole conche carsiche e cocuzzi da esarazione, che costituiscono lo sbarramento a valle del vallone sospeso.

Oltre le ultime case ora dette si stende un'ampio ripiano alluviale ricolmo, sul quale in passato scorreva un modesto ghiacciaio (1). Esso è attraversato diagonalmente da tre gradini a scaglioni non molto rilevati, irregolari, formati da banchi di calcari calcescistosi con direzione est-ovest, fra i quali serpeggia il Rio di Malatrà. Questi gradini non sembrano essere formati interamente da rocce in sito, sia per la loro disposizione quasi a semicerchio simulante un deposito stadiale, sia per la struttura dei singoli elementi che li formano.

Si tratta di rocce calcaree disposte a monticoli, completamente crivellati da una infinità di piccole conche irregolarmente imbutiformi con diametro variabile da 1 a 4-5 metri e con profondità da m. 0,50 a 1-2. Le conche ed i rilievi conici che le separano sono per lo più nude, e massi sparsi, fessurati e corrosi, sono assai spesso accumulati sul fondo di esse. Se dubbia è la natura di questi gradini, a causa degli elementi minuti che in parte li coprono, ben chiaro è invece l'aspetto carsico di essi che è assai simile a quelli di altri piccoli gradini che s'incontrano più avanti (fig. 1).

Proseguendo per il sentiero che conduce al Colle d'Entre deux Sauts e sotto di esso, cioè quasi al fondo del pianoro, si incontrano altre

(1) Oltre questo ripiano un circo chiude il vallone. Sulle carte dell'I. G. M. (F. 28-III NO) è segnato un piccolo glacionevato col nome « le Rugiat » che però non esiste (1934-36). Vi sono soltanto alcune striscie di neve perenne.

conche che hanno veramente l'aspetto di doline. Più in alto ancora le conche si allargano: esse sono però irregolari, imbutiformi con misure variabili da pochi metri sino a venti e con profondità di m. 7-10. Una di esse contiene un piccolo bacino lacustre il cui rilievo viene riportato nella fig. 8. Un'altra, la più ampia di tutte è assai prossima a quella ora detta e misura un diametro di 40 metri, ed una profondità di 20. Essa è però molto asimmetrica ed a contorno irregolare e il suo

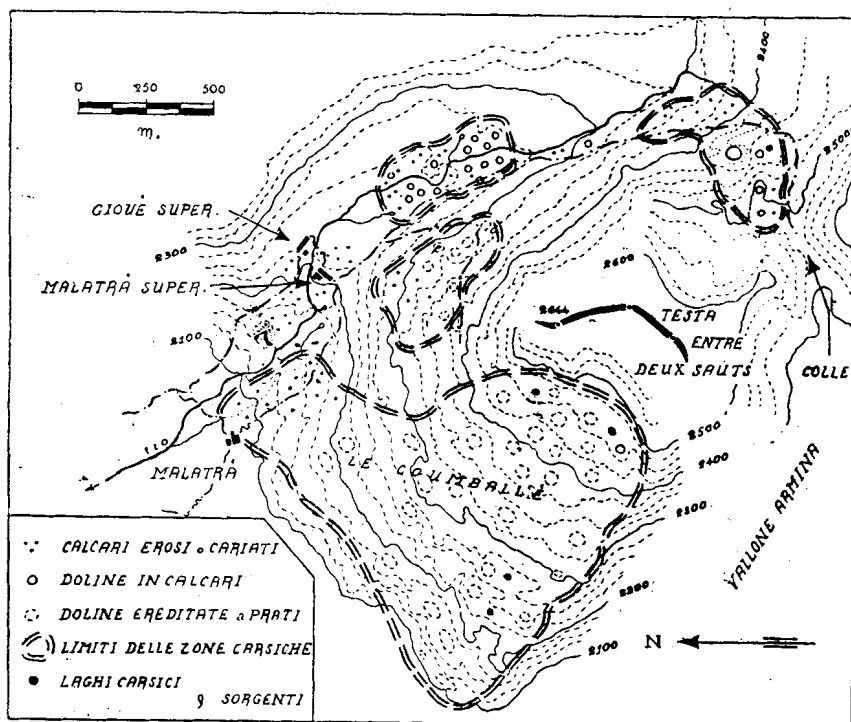


Fig. 1. — Le zone carsiche nella Val Ferret (Vallone Malatrà-Coumballé).

fondo pianeggiante è cosparso da numerose doline minori pure imbutiformi con diametro di m. 1-3 e profondità di m. 0,50.

L'aspetto e il tipo di tali doline, rocciose o ricoperte da poche cotiche erbose, si ripete anche per quelle site presso il Colle Entre deux Sauts, solo vi è di notevole che mentre le più basse sono scavate direttamente nelle rocce calcaree, quelle più elevate sono in roccia mista, parte calcarea e parte gassosa. I gessi però sono limitati ad affioramenti sparsi e non si presentano mai in zone estese. È quasi esclusivo il tipo ad imbuto con fondo stretto.

Se dalle case di Malatrà Superiore, seguendo un piccolo sentiero a sinistra che si inerpica sin presso la base della Cima 2644, ci si porta sulla grandiosa terrazza orografica che fiancheggia tutto il versante orientale della Testa Entre deux Sauts, si possono osservare aggruppamenti di doline che, per quanto minori di numero e di dimensioni delle precedenti sono assai più belle per la loro conformazione regolare. Il rilievo planimetrico di una serie di esse è riportato (con le sezioni) nella fig. 2. Tali doline sono per lo più allineate su un piano e sono di tipo vario: a ciotola, ad imbuto circolare od ellittico.

Sono ricoperte da coticole erbose, tuttavia denotano per i loro caratteri di essere scavate direttamente nei banchi calcarei-calcesistosi che formano l'ossatura del monte. Tanto queste doline come quelle delle quali si tratterà ora, non sono sinora state segnalate da alcuno.

Proseguendo oltre ad esse e portandosi sul fianco nord-ovest del gruppo della Testa Entre dex Sauts si perviene dopo breve tratto, nella regione detta

Coumballè. Questo toponimo locale è già di per sè indicativo della presenza di conche, derivando dal vernacolo *coumba* (= conca). La regione vista dall'alto si presenta come un pendio non molto forte suddiviso in brevi ripiani paralleli, degradanti gli uni sugli altri, tutti crivellati da una infinità di conche di forma, estensione ed importanza diversa. Talune, e specialmente le maggiori, mostrano con chiarezza il carattere prettamente carsico di esse, mentre altre minori di numero ed irregolarissime, sono piuttosto da ascrivere a fenomeni di esarazione glaciale.

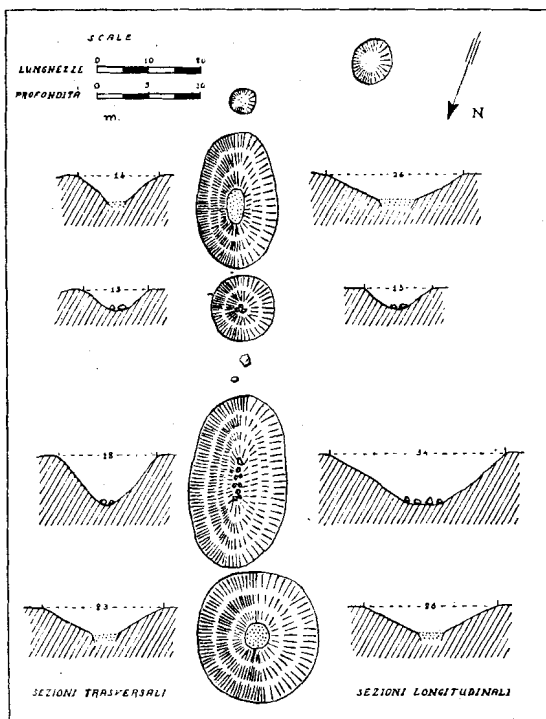


Fig. 2. — Planimetria di un tipico sistema di « doline allineate » (Terrazzo orografico del Vallone Malatrà). Cfr. Fig. 4.

L'insieme del Coumballè si può ritenere come un'altipiano carsico le cui conche si sono formate per lenta percolazione nelle rocce calcari mettendo a nudo qua e là dei rilievi a cordoni di rocce più resistenti, quarzose, che decorrono, a quote diverse, parallelamente fra loro e parallele pure alla valle principale. In distanza tali rilievi si possono scambiare, data la regolarità di essi, con cordoni morenici, ma una ispezione locale permette di chiarire la loro natura.

Le parti alte del Coumballè ove l'inclinazione del pendio non è molto forte, sono più ricche di doline circolari di grandi dimensioni, alcune delle quali contengono anche laghetti (o pozze) carsici, dei quali riporto il rilievo nella fig. 8. Le doline hanno per lo più forma ad imbuto con fondo angusto o pianeggiante a sezione circolare o ellittica. Molte di esse giacciono in allineamenti su piani diversi: tale disposizione è in rapporto alla stratificazione. Alcune delle maggiori vennero misurate: a) diametro m. 35×40 , profondità m. 5; b) diam. m. 30×45 , prof. m. 4,50; c) diam. m. 45×20 , prof. m. 4.

Non mancano le dolinette a ciotola con diametri m. 4-5 e profondità m. 1-2, ma sono più numerose quelle a catino con fondo piano o leggermente concavo, tutte coperte da spessa coltre erbosa.

Anche le parti più basse del Coumballè sono cosparse di fosse imbutiformi ma tutte allungate e ricoperte da morenico minuto. Mancano tanto nelle parti alte quanto nelle basse doline-pozzo: in genere quelle esistenti presentano dimensioni crescenti col crescere delle altitudini.

Anche sul M. La Saxe si possono osservare alcune cavità doliniformi ma la loro forma è quanto mai irregolare sì che le medesime si possono piuttosto ritenere forme connesse col fenomeno glaciale, anche perchè le rocce nelle quali giacciono sono porfidi metamorfosati con laminazione, rocce quindi non percolabili ma erodibili meccanicamente.

Sul M. Frety invece, e più precisamente alla sinistra del sentiero che sale al Rif. Torino, presso gli ultimi pascoli, si può osservare una dolina isolata a imbuto molto aperto, largo una dozzina di metri e profondo circa due, avente carattere di dolina ereditata, cioè formata negli strati profondi di calcari giuresi sepolti sotto la coltre franoide morenica. Il fondo di essa è occupato da alcuni blocchi rocciosi.

Nella Valle Veni (fig. 3) le aree carsiche si differiscono alquanto dalle precedenti per alcuni caratteri. Mentre le doline della Val Ferret sono tutte scavate in rocce calcaree e solo raramente affiorano i gessi, il maggior numero di quelle della Val Veni è scavato direttamente nei gessi

Mentre nella prima vallata esse sono distribuite con uniformità nella Val Veni, e specialmente nel tratto tra il Colle Checrouit e le pendici nord della Testa d'Arp, la loro frequenza è assai variabile. Quivi il suolo è, in corrispondenza della dorsale orografica, e nell'alto vallone di Dolonne, letteralmente crivellato da centinaia di doline, tanto vicine, in alcuni tratti, le une alle altre che appena un breve setto di separazione le divide.

I gruppi di doline che denomino del Colle Checrouit e di Laruchon sono compresi fra questi estremi e la base nord della Testa d'Arp: in questo tratto esse sono più fitte e più omogenee per forma e dimensione. Quelle che seguono, nei pressi del Lago Checrouit, sono assai meno numerose e disposte con ordine sparso.

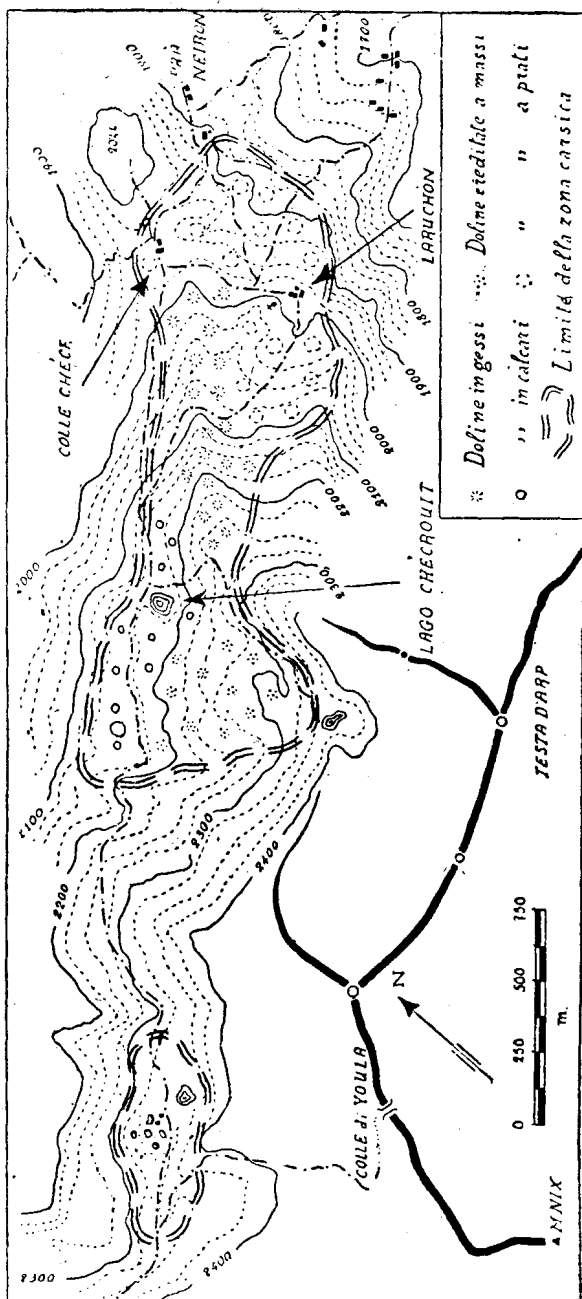


Fig. 3. — Le zone carsiche delle valli Veni e Dolonne (notisi la posizione della grande dolina calcarea composta a O del lago di Checrouit).

Le doline della zona comprese tra il Colle e Laruchon e poco oltre, sono di tipo ereditato (in *senso lato*, e cioè sia dovute a sprofondamento nel sottosuolo, sia semplicemente ricoperte da un manto morenico minuto e di disfaccimento); quelle comprese nel tratto tra il Colle e la Testa d'Arp sono invece scavate nella roccia viva. Essa è per lo più gesso con lievi intercalazioni di calcescisti e breccie calcari (rare). In quest'ultimo tratto sono assai numerosi e tipici i *sistemi* di doline che si presentano perfettamente allineati su file disposte longitudinalmente rispetto al pendio. Questi sistemi si iniziano (fig. 6) al crinale e sono tutti paralleli ad esso.

Non si è riscontrato un rapporto costante tra piani di stratificazione e doline in serie, ma piuttosto si può notare una corrispondenza tra i vari sistemi di conche e le linee di frattura dei gessi. Queste doline sono per lo più ad imbuto e talune a ciotola, con dimensioni le prime: diametro m. 3-12 e profondità m. 1-2 a 8, le seconde: diametro m. 4-6 e profondità m. 1-2. Queste ultime sono sempre intercalate alle altre. Entrambi i tipi sono a sezione circolare, però mentre in quelle a ciotola la sezione è costante, in quelle ad imbuto essa può variare sino alla forma ellittica, asimmetrica rispetto all'asse minore, e ciò in rapporto ad una pari asimmetria delle pareti della dolina, dovuta o alla inclinazione del declivio sul quale si trovano o all'erosione anomala verificatasi indipendentemente al pendio.

Il Sestini nella citata nota metteva in rapporto l'asimmetria delle doline ad imbuto con la stratificazione. Tale ipotesi però non è accettabile per tutte, poichè se ciò può esser vero per le grandi doline del gruppo del Lago Checrouit che dopo vedremo, non lo è per questo gruppo fra le quali si possono notare doline gessose contigue, disposte in serie, con le parti svasate (a minor inclinazione) disposte alternativamente, e quindi non coincidenti come richiederebbersi se l'asimmetria fosse solo in rapporto alla stratificazione. Talune hanno la svasatura a monte, altre a valle, altre in posizione intermedia.

Si è potuto notare per questi tipi di doline asimmetriche, con svasature disposte similmente, che la neve persiste più a lungo sul lato più svasato, il che per induzione lascia pensare che vi sia un rapporto fra svasatura e posizione rispetto al decorso dei raggi solari, e cioè che la parte svasata anzichè corrispondere alla faccia degli strati sia dovuta alla nivazione, cioè ad un'allargamento progressivo carsi-coglaciale.



Fig. 4. — Sistema di «doline allineate» del terrazzo orografico del vallone Malatrà (corrispondente alla planimetria fig. 2).



Fig. 5. — Le grandi doline gessose a quota 2260 (circa) a SE del lago Checrouit (notisi per confronto la persona all'incrocio delle linee). La maggiore è quella segnata a a a.

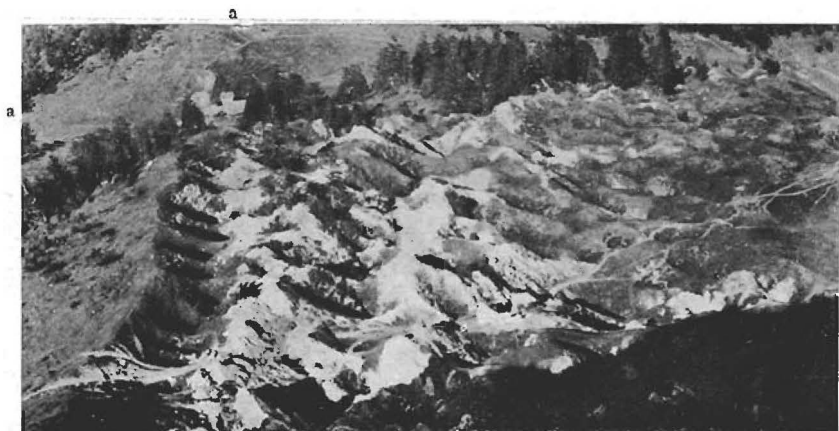


Fig. 6. — Le doline gessose in serie «allineate» tra il Colle Checrouit (aa) e le propaggini Nord della Testa d'Arp (il sentiero che le attraversa è quello che unisce Laruchon e il Lago).



Fig. 7. — La dolina e il Lago di Checrouit visti da quota 2260 della cresta Nord della Testa d'Arp.

Fra le doline a maggior quota si possono osservare dorsali parallele emergenti e coincidenti con la stratificazione dei banchi gessosi: non vi è dipendenza però tra l'asimmetria e l'inclinazione di essi. La maggior dolina gessosa è proprio alle falde settentrionali della Testa d'Arp a quota 2270, là ove terminano i pascoli e s'inizia l'affioramento dei gessi al contatto con i calcescisti (vedi fig. 5). È ad imbuto svasato con diametro di m. 48-50 e profondità m. 18-20. Sino a tarda estate questa dolina è per lo più occupata da un'ampio nevato: nel 1935 esso era scomparso a causa delle forti precipitazioni piovose. In tal modo mi fu possibile raggiungere il fondo stretto e pietroso.

Le doline di questo sito hanno i fianchi ricoperti da rade coticole erbose e sono ricche di depositi di disfacimento consistenti in terra giallastra; mai di terra rossa. Molte di esse hanno il fondo intercomunicante per meati o per fori non superiori al mezzo metro: in altre esso è ricoperto da fitta vegetazione idrofila. La pendenza massima osservata delle pareti è di 70°.

Le doline di tipo ereditato dei dintorni di Laruchon, e specialmente sopra le case, hanno diametri molto maggiori delle precedenti ma la profondità non cresce in proporzioni al diametro. La loro forma è per lo più a catino (scodella) con pendii uniformi e talune (rare) a gradinata. Ne furono misurate due perfettamente regolari dietro le case, con fondo pianeggiante (diametri m. 40 e 24, profondità m. 6,50 e 8) ed altre due uniche del *tipo a calice* con profilo più volte spezzato e fondo angusto (diametri m. 45 e 35, profondità m. 11 e 12). Quasi tutte le doline di questo gruppo sono simmetriche. Esse appartengono al bacino idrografico del vallone di Dolonne: una minima parte di esse al bacino della Val Veni (1).

Appartengono invece esclusivamente a quest'ultima le grandi doline dei dintorni del Lago di Checrouit sul fianco occidentale del gruppo della Testa d'Arp. La caratteristica di queste conche è di essere per lo più ereditate. Esse risultano — specie quelle più elevate ed irregolari che s'incontrano salendo al laghetto glaciale di quota 2352 — da cavità formatesi nel sottosuolo e ricopertesì da materiali morenici e franoidi a grossi elementi, talvolta disposti a semicerchi. Quelle a quota minore e cioè del livello del Lago di Checrouit sono assai più visibilmente delle altre scavate nei calcari calcescistosi fes-

(1) Il DESIO (op. cit. pag. 51) ricorda solo quelle «sul versante della Val Veni» e non quelle idrograficamente appartenenti al bacino di Dolonne.

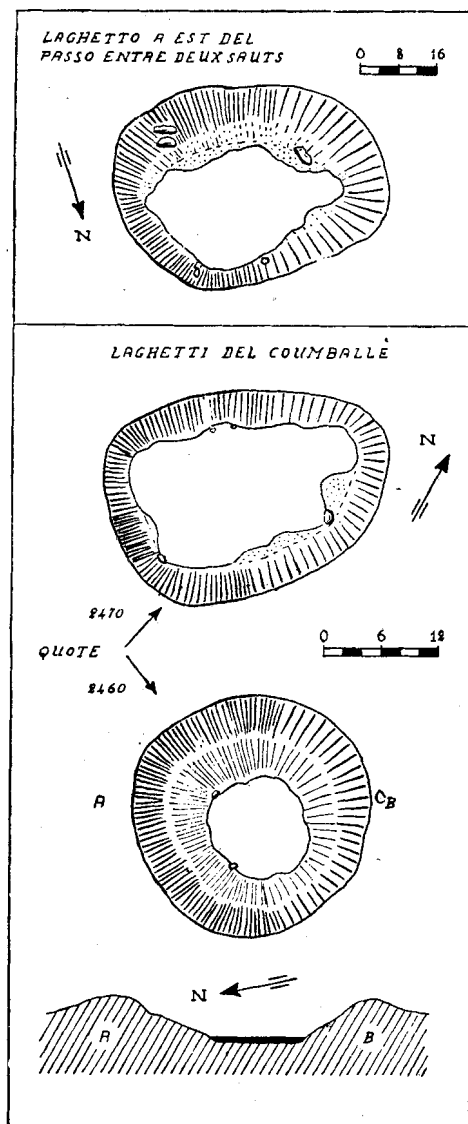


Fig. 8. — I laghetti carsici della Val Ferret.

surati e corrosi che si stendono, sempre con aspetto carsico ma con saltuarietà, sin sotto al Colle di Youla.

Le doline di questo gruppo, che per il loro aspetto devono essere tenute separate dalle contigue dianzi ricordate, sono, rispetto alla forma, ampie scodelliformi ma con contorni irregolari. Mancano i tipi a ciotola e non sono numerosi quelli ad imbuto a fondo stretto. Per contro è assai caratteristica la presenza di conche doliniformi risultanti da fusione di diverse doline contigue, delle quali ebbe già a dire il Sestini, che ne rilevò pure una. Mancano in questa zona affioramenti di gesso di qualche entità il quale potrebbe essere la causa prima della formazione delle conche ereditate, anziché attribuirle alla erosione diretta nelle rocce calcaree.

Il lago di Checrouit (figure 7-9) occupa la più grande di tutte queste conche avendo già esso stesso diametri di m. 90 e 75. La dolina che lo ricetta è asimmetrica, molto aperta e slabbrata a valle ed a sinistra in corrispondenza della soglia. Poco oltre il lago,

alla destra del sentiero che conduce al Colle di Youla, si incontra un gruppo di doline assai interessante. Si tratta di una infossatura del terreno circolare, racchiudente una dolina ad imbuto (diametro m. 10, profondità m. 3,5), una seconda a scodella - imbuto con dia-

metri m. 70×80 e profondità m. 30-35, con fondo pianeggiante rotondo (largo m. 17), ed una terza ad imbuto stretto ma a sezione ellittica con diametri m. 70×50 e profondità m. 10.

Questo gruppo è veramente il più grandioso per le misure eccezionali delle cavità. Esse sono scavate probabilmente nelle rocce calcaree; i loro pendii sono erbosi e coperti qua e là da massi staccati e sono fortemente asimmetrici come appunto si rivela dalle misure oscillanti anche di parecchi metri tra i diametri (1).

Proseguendo in direzione del Colle di Youla dopo un breve tratto senza alcuna particolarità, si trova ancora un laghetto probabilmente carsico giacente in un'ampia conca, poco profonda, nei calcari scistosi e nei dintorni di questo qua e là rocce cariate, nonchè un cocuzzolo roccioso in cui l'aspetto carsico è veramente tipico ed assai contrastante colle forme alpine che lo circondano (2). Esso è anche segnato con particolare rilievo sulla carta topografica dell'I. G. M.

In appendice alle doline sono da ricordarsi i laghetti la cui origine è legata al carsismo. Già ho detto del piccolo lago probabilmente temporaneo dell'alto vallone Malatrà. Non ha emissario e immissario visibile: si

tratta quindi più propriamente di una pozza. Due laghetti sicuramente carsici dell'alto Coumballè sono riportati nella fig. 8,

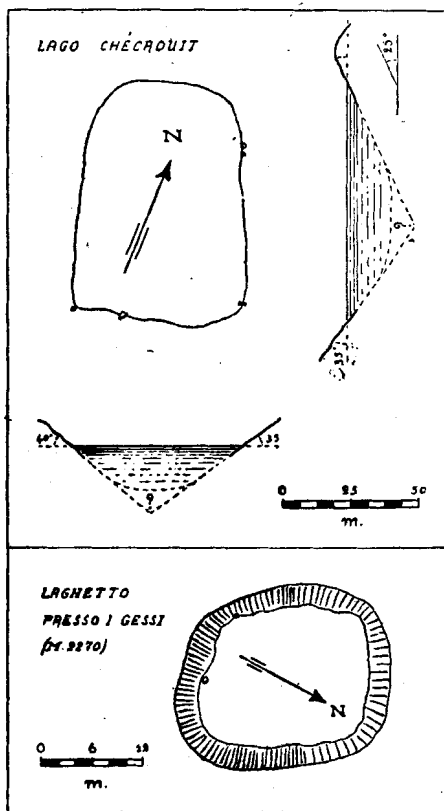


Fig. 9. — I laghetti carsici della Val Veni.

(1) Se si confrontano tali dimensioni con talune del carsismo veneto si nota come esse siano già notevoli in rapporto alla poca estensione delle rocce carsiche nelle nostre valli. Ad esempio la Conca di Orle, una delle doline più importanti dei dintorni di Villa Opicina, ha il diametro di m. 300 e profondità di m. 90. Misure circa simili ha la Conca di Percedol.

(2) Questo laghetto fu già descritto dal SESTINI (op. cit. pag. 241).

assieme alle doline nelle quali essi giacciono. La loro profondità è appena di mezzo metro. L'acqua è limpida, trasparente ed il fondo melmoso completamente visibile. Le doline sono di tipo a scodella con bordi elevati di m. 4 nel primo e assai meno nel secondo.

La piccola pozza sotto la Testa d'Arp, riportata nella fig. 9, è forse temporanea. Ha profondità di qualche decimetro con fondo melmoso ed acqua giallastra e torbida. Per quanto nei suoi dintorni la configurazione del suolo erboso sia prettamente glaciale, foggiate a poligoni rilevati a cuscinetti, la sua origine è di certo carsica come si può rilevare dalla sua forma e dalla presenza in vicinanza di molte altre piccole conche circolari scodelliformi asciutte.

Del laghetto carsico a quota 2340 sul sentiero al Colle di Youla già disse il S e s t i n i . Il maggiore bacino lacustre di questa serie è il lago di Checrouit del quale già diedero un cenno tanto il S e s t i n i , quanto il D e s i o . La dolina nella quale esso giace ha un diametro superiore ai cento metri. Essa è asimmetrica e dalle sezioni trasverse costruite calcolando le pendenze delle diverse sponde, delle quali si riportano i profili (fig. 9) subacquei probabili, si può valutare indirettamente la profondità del lago. Supposto che la conca non si diversifichi dalla conformazione delle doline osservate — poichè mancano in tutta la regione studiata doline a pozzo di dimensioni così notevoli — possiamo pensare che tale conca appartenga o al tipo di dolina-imbutto o di catino (scodella). Nel primo caso immaginando che l'inclinazione delle sponde si mantenga uniforme anche sott'acqua, si può avere una profondità massima di venticinque metri, assai minore è invece se la conca è del secondo tipo (m. 15 circa ?).

Le sezioni opportunamente condotte attraverso la planimetria e raccordate ai profili dei pendii esterni indicano sempre la medesima profondità che è all'incirca centrale, il chè conformerebbe la struttura carsica (conica) della conca lacustre. Le differenze dei valori metrici riscontrabili fra i dati dei diversi osservatori sono dovuti alla variabilità della superficie lacustre la quale, per quanto risulta dalle mie osservazioni, può avere un'oscillazione, tra le epoche del disgelo e del rigelo, di m. 1,80. Nella tabellina seguente sono riportati i dati che si riferiscono ai laghetti e alle pozze carsiche.

Valori metrici dei laghi (o pozze) carsici.

NOME	Quota	Larghezza massima	Lunghezza in metri	Area	Lago	Pozza	Rilevatore
Laghetto a E del Colle Entre deux Sauts	2440	26	42	672		+	
Laggetti del Courballé	{ 2470 2460	17 10	24 12	267 89		+	
Laghetto presso i gessi a N. della Testa d'Arp	2270	16	23	204		+	
Laghetto a NO del Colle di Youla	2340	33	50	1300		+	Sestini
Lago Checrouit	{ 2165	60 75	85 90	4100 5000	+		Sestini Capello

Complessivamente il fenomeno carsico nelle valli di Courmayeur – relativamente alla superficie delle zone rocciose che sono sensibili alla percolazione idrica – è abbastanza esteso. Rispetto alla distribuzione esso è più cospicuo presso il nodo centrale delle valli e cioè nel gruppo del Colle di Checrouit, in corrispondenza degli affioramenti di gesso più estesi. Più a sud verso il Colle della Seigne ove le rocce calcaree e calcescitose danno luogo ai tipi cristallini, non vi è traccia di carsismo. Le doline delle parti vallive più a settentrione differiscono sensibilmente dalle altre per essere scavate per lo più nei calcari calcescitosi.

I limiti altimetrici fra i quali si sviluppa il fenomeno (escluse le doline isolate di Dolonne e di M. Frety) variano da gruppo a gruppo. Nella Val Veni e nel vallone di Dolonne i limiti sono m. 1850 e m. 2400; più elevati nel gruppo del Courballé m. 2100 e 2500, e più elevati ancora nell'alto vallone Malatrà m. 2250 e m. 2550. Tali limiti coincidono naturalmente con le varie quote raggiunte dalla formazione gessosa–calcareo–calcescitosa. Trattandosi di zone molto elevate e quindi soggette alle influenze del fenomeno glaciale, molte di queste forme carsiche (e una distinzione assoluta fra esse non è forse possibile) possono anche essere interpretate come effetti di azioni concomitanti carsiche e glaciali.

Riguardo al tipo delle doline, esse non diversificano molto da quelle studiate da altri Autori in altre regioni del Piemonte (1).

(1) DAINELLI G., *Cavità di erosione nei gessi del Moncenisio*. Mondo Sotterraneo, vol. III, 1908. Le doline sono schematicamente di tre tipi: doline – pozzo (numerose nei dintorni del lago), doline–imbuto (non molto frequenti) e doline ereditate in una coltre detritica (maggiori di numero nel vallone Savalino).

MONTERRIN U., *Fenomeni carsici nei calcemicistici della zona delle pietre verdi (alta valle di Gressoney)*. Atti dell'Acc. delle Scienze di Torino, 1923, vol. LVIII. Le

Riferendoci alla nota classificazione del Gortani (2) notiamo che tre sono i tipi più caratteristici (fig. 10): il più frequente (tipo A), è quello ad *imbuto regolare o modificato*, seguono il tipo a *scodella* (tipo B), e quello a *ciotola* (tipo C), caratterizzato quest'ultimo da una relativa uniformità di misure.

I varî tipi di doline in rapporto alla loro frequenza sono riassunti nella tabella schematica seguente. Anche le varie disposizioni trovano in essa gli opportuni riferimenti.

Tabella schematica dei tipi e delle frequenze delle doline.

DOLINA			VALLE FERRET		VALLE VENI		ALTRI LUOGHI
Tipo	Contorno	Fondo	Malatrà — Colle Entre deux Sauts	Coumballe	Colle Checrout Laruchon	Lago Checrout e dintorni	
Scodella	circolare	piatto	—	+	+++	+	{ Dolonne M. Frety
Ciotola	circolare	concavo	—	+ (rare)	++++	+ (rare)	
Imbuto	circolare o subellittico	angusto	++	+	+++++	++	
Imbuto	circolare o subellittico	piano o curvo	++	+++	+++	+++	
Imbuto allungato..	ellittico	angusto	+	+++	+ (rare)	+ (rare)	
Calice	circolare	piano	—	—	(rare)	—	
Pozzo	circolare	angusto	—	—	+	—	
Disposizione :							{ Dolonne M. Frety
isolate			—	—	—	—	
sparse			+	+	+	+	
allineate su di un piano			+	+	+ (rare)	—	
allineate su piani diversi			—	+	++	—	
composte da altre minori			+	—	(rare)	+	

Due sono le doline isolate e moltissime quelle sparse senza ordine alcuno. Caratteristici sono gli aggruppamenti ordinati con doline allineate su un piano ed anche su piani diversi. Non mancano nemmeno

doline giacciono in tre regioni: 1° Su un ripiano compreso tra il M. Roisetta e il Gran Tournalin (spartiacque Valtournanche-Ayas). 2° sul piano Solaret, che fascia il fianco sud-est della Testa Grigia (spartiacque Ayas-Gressoney). 3° sul ripiano Grube (m. 2200) a nord del Corno Bianco, tra i valloni Spissen e Rikka (spartiacque Gressoney-Val Sesia). Le doline dei primi due gruppi sono del tipo a scodella con diametro di pochi metri, quelle del terzo sono pure a scodella con fondo piatto ma disposte in sistemi allineati su diverse linee di frattura dei calcescisti, con diametro uguale alla profondità. La massima è di 20 metri. Vi sono inoltre pozzi larghi m. 2-3 e profondi m. 4-6 con nicchie ripiene di neve.

(2) GORTANI M., *Appunti per una classificazione delle doline*. Mondo Sotterraneo, vol. IV, num. 6 1908.

i tipi di doline composte che però sono sempre sporadiche e mai numerose come quelle precedenti.

Delle dimensioni si disse già singolarmente: notiamo qui che le doline ereditate del gruppo del Lago Checrouit sono all'incirca simili

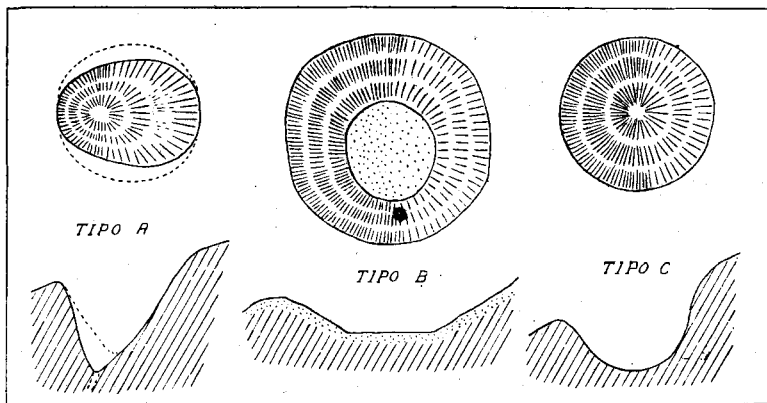


Fig. 10. Doline-tipo delle valli di Courmayeur.
(A = doline imbuto, B = doline-scodelle, C = doline-ciotole).

in proporzioni a quelle del Coumballè, seguono subito quelle del Colle Entre deux Sauts e quelle dei dintorni di Laruchon. Le più piccole, ma anche più uniformi, sono quelle comprese tra il Colle Checrouit e la Testa d'Arp (1).

* * *

La presenza di tipi diversi di doline fece già supporre al Desio che quelle a scodella rappresentassero uno stadio evolutivo più avanzato delle doline a imbuto. Egli così si esprime: « L'ampiamento del fondo potrebbe infatti dipendere dall'incapacità delle fessure assorbenti a smaltire rapidamente le acque per ostruzione dei condotti sotterranei, per cui sarebbe rallentato il processo di affondamento della cavità ». Aggiunge però che i condotti sotterranei dovrebbero

(1) Per quanto riguarda il carsismo ipogeo ben poco vi è a dire, per la scarsità di doline-pozzo di una certa importanza. La maggiore ha un diametro di m. 10 e una profondità di m. 15. Il Desio ha ricordata una piccola grotticella che fiancheggia la Dora poco sotto lo sbocco del Lago Combal. Essa è oggi quasi interamente occlusa dai detriti che scendono dalla parete esterna. È scavata nei gessi: non è di grande entità ed apparentemente poco profonda. Ritengo che, data la sua forma e posizione, anziché essere il prodotto di soluzione delle acque circolanti entro la massa gessosa, debba piuttosto attribuirsi ad erosione della Dora che in passato rasentava i banchi gessosi ivi affioranti, e che in seguito, a causa della sopraffascia detritica a conoidi, ha spinto a poco a poco il suo letto verso la morena del Miage. Comunque una parola definitiva a proposito di essa potrà essere detta soltanto dopo l'esplorazione della cavità.

in genere ingrandirsi ed approfondirsi, e ritiene pure probabile che l'ingrandimento sia dovuto alla neve.

Pur senza voler generalizzare alle doline in genere quanto mi pare poter dedurre dallo studio di quelle gessose, mi pare che le varie forme non siano da collegarsi ad un ciclo evolutivo avente diversi stadi attraverso i quali passerebbe ogni dolina.

Analizzando opportunamente la posizione reciproca dei diversi tipi in rapporto anche alla fessurazione ed alla stratificazione della roccia base, e considerando che fra tipo e tipo non vi sono forme di transizione, ma ciascuno è ben definito e caratteristico, risulta che anzichè pensare ad un graduale passaggio da una forma all'altra per lenta evoluzione sia più semplice supporre che ogni dolina sin dall'inizio abbia avuto per cause diverse le caratteristiche che attualmente conserva. Ho potuto infatti osservare per le doline gessose a ciotola che tanto per gli esemplari piccoli (diametro m. 1) come per quelli maggiori (diametro m. 15) nonchè per tutte le grandezze intermedie, i rapporti fra le varie misure sono all'incirca costanti: i profili sono quindi tutti press'a poco sovrapponibili.

Osservazioni simili si possono fare per le doline ad imbuto. Questi stessi tipi sono in certi tratti alternati fra loro senza regola costante, e in certi altri predomina o il tipo a ciotola o ad imbuto a seconda che la roccia presenta minore o maggiore fratturazione.

Si può quindi realmente pensare che ogni dolina s'inizia con una forma determinata dalle condizioni del sub-strato roccioso e che essa si conserva pressochè inalterata anche coll'aumentare delle dimensioni, ed ancora che le doline ad imbuto corrispondono ai tratti di roccia più fessurata e quelle a ciotola ai tratti più compatti. Trattandosi di una regione a forte corrugamento le masse subiscono in genere delle frantumazioni irregolari e minute: là ove una fessurazione notevole interessa tutta la massa è facile che si stabiliscano doline-imbuto le quali potranno assumere forma ed apertura diversa a seconda delle circostanze.

Poichè il fenomeno carsico è in prevalenza dovuto a *percolazione intermittente* possiamo logicamente ritenere valide anche per le masse gessose (o calcaree) le leggi generali della percolazione chimica in un mezzo lentamente solubile. La soluzione per percolazione si esercita tanto maggiormente quanto più lenta è la discesa del liquido e più alto lo strato percolante. Se quindi s'immagina che sottili meati diano inizio ad un fenomeno di soluzione per percolazione ivi facilmente si

formerà, per il maggior asporto di materiale disciolto, una più aperta via di drenaggio che richiederà dalle parti superiori sempre maggior quantità di materiali, proporzionatamente all'altezza dello strato percolante.

Si spiega così come facilmente si possa avere una forma di dolina ad imbuto la quale aumenti le sue dimensioni conservando in tutto la figurazione generale. Il contrario succede per le doline a ciotola le quali per essere scavate in tratti rocciosi senza fratture o con meati appena capillari (che danno luogo ad una circolazione interna itacolumitica) si formano molto lentamente approfondendosi pure con estrema lentezza perchè lo strato percolante, e quindi il drenaggio, è assai ridotto. È così anche logicamente spiegata la maggiore espansione dei fondi di esse, perchè in concomitanza di una più lenta ma più omogenea soluzione delle pareti esse tendono ad abbassarsi verticalmente e non obliquamente come in quelle a imbuto, ove l'acqua solvente scende più rapidamente.

Lo stabilirsi quindi di un tipo o di un'altro dipenderebbe, in ultima analisi, dalla velocità con la quale si stabilisce la conca, velocità determinata dalle condizioni fisiche della roccia. Nelle doline-imbuto lo smaltimento dell'acqua avviene più rapidamente oltrechè per la sola azione di drenaggio dal fondo anche perchè il drenaggio stesso favorisce l'allargamento dei meati di scarico e di percolazione nella massa in modo ben più efficace che non nelle doline a ciotola.

Cause locali, come frane, crolli, coperture detritiche o erbose, possono esercitare azioni diverse sul progressivo evolversi delle conche, le quali possono a loro volta, se molto vicine, influenzarsi fra loro. Anche la *nivazione* contribuisce alla formazione delle doline: però non credo si debba ad essa attribuire valore maggiore di quanto non ne possa avere. La neve che in esse si ferma, non è perenne ma temporanea, e data la loro forma chiusa ed incassata non si può pensare che in essa si abbiano dei moti interni. La neve agisce quindi come elemento protettore e non meccanico (come sarebbe nel caso dei circhi alpini).

L'acqua di fondita della neve può invece essere un'agente modificatore non indifferente, ma io ritengo più dal lato meccanico (gelo e disgelo) che dal lato chimico (come solvente). Anzi da quest'ultimo la sua azione dev'essere quasi nulla.

Infatti la temperatura di quest'acqua di fondita può oscillare tra estremi non molto ampi. La solubilità del gesso secondo le osser-

vazioni di W. Tilden e A. Shenstone (1) cresce col crescere della temperatura del solvente sino ad un massimo del 2,55 % sino a 35-40°, poi decresce. A 15° essa è appena del 0,2 % (2). Ma la solubilità del gesso dipende oltrechè dalla temperatura anche dal tempo e dallo stato di quiete o di moto dell'acqua perchè può dare facilmente fenomeni di sovrasaturazione. Secondo le classiche ricerche dell'Hulett (3) essa dipende anche dalla grandezza delle singole particelle. L'acqua di fondita, quindi, relativamente fredda, non avrà in complesso un'azione sostanzialmente diversa da quella liberamente circolante, e comunque in intensità sarà sempre minore.

Il gelo e disgelo produce invece lo stacco di materiali di abrasione dalle pareti, che dovrebbero però accumularsi, per scorrimento, sul fondo innalzandolo progressivamente, poichè essi non si possono eliminare per le vie interne. In complesso quindi la nivazione mentre può contribuire ad allargare i fianchi delle doline tende pure a diminuirne la profondità. Non credo tuttavia che si possano attribuire genericamente ad essa le forme a sezione concava: sono piuttosto conseguenze di essa, per la ragione ora detta, i tipi a fondo pianeggiante. Se tali strutture dovessero realmente dipendere per intero dal fattore nivazione, ogni dolina dovrebbe o presto o tardi assumere sezioni verticali sub-circolari. Per lo meno, poichè il processo è lento, dovrebbero trovarsi degli stadi intermedi che invece non è dato riscontrare.

Da queste argomentazioni pare quindi si possa concludere che i vari tipi di doline gessose anzichè rappresentare gli stadi di un ciclo evolutivo della forma di esse, rappresentino invece dei tipi inizialmente già differenziati per cause locali, quali appunto sarebbero la compattezza e la fratturazione delle rocce. Ricerche comparative con doline gessose di altre regioni pure soggette al clima alpino, potranno portare nuovi e interessanti contributi alla soluzione di tale problema.

(1) GARELLI F., *Stechiometria delle soluzioni o miscele fisiche*. Nuova Enciclopedia di Chimica di I. Guareschi, vol. I, p. 151.

(2) COLOMBA L., *Mineralogia, litologia e Geologia chimica*. Nuova Enciclopedia di Chimica di I. Guareschi, vol. IX, p. 456.

(3) HULETT, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, vol. XXXVII, p. 385. (confronta pure: MARCHETTI G. *Calcio*. Nuova Enciclopedia di Chimica di I. Guareschi, vol. V, p. 273.