

STUDI OROGRAFICI NELLE ALPI ORIENTALI

Del Socio prof. OLINTO MARINELLI

(Serie 1899)

VII. — LE RICERCHE DEL 1899 ED IL LORO PIANO DIRETTIVO.

§ 43. *Svolgimento del programma di studio nel 1899.* — Nella stagione estiva ed autunnale del 1899 eseguii una nuova serie di ricerche e studi nelle Alpi Orientali, dei quali rendo conto nel presente scritto che rappresenta una pura e semplice continuazione dell'altro, da me redatto due anni or sono e pubblicato nelle *Memorie della Società Geografica* (vol. VIII, parte II, 1898). Per indicare tale collegamento, non solo ho fatto uso dello stesso titolo e disposta la materia in ordine analogo, ma anche ho adoperato una numerazione progressiva dei capitoli e paragrafi.

Ritengo inutile ripetere cose già dette sullo scopo dei miei studi orografici e sul metodo col quale sono da me condotti. Tuttavia prima di esporre particolarmente i risultati ottenuti nella campagna del 1899, intendo indicare quali siano le parti del programma più specialmente svolte

(1) Sono quasi lieto dell'indagio frapposto alla stampa di questo lavoro. Ho così l'occasione tanto desiderata di salutare come un avvenimento di buon augurio l'iniziata pubblicazione degli « Annali Idrografici » di cui è uscito, or non è molto (maggio 1900), il primo volume. Ivi è l'elenco e il ragguaglio completo dei lavori compiuti dall'Istituto Idrografico della R. Marina, che avrei voluto fosse riassunto in calce a queste pagine, a titolo d'informazione per i lettori italiani. Ma questa bellissima pubblicazione mi dispensa da un tentativo che sarebbe troppo inadeguato al soggetto, mentre d'altra parte sarà facile ai lettori medesimi di procurarsi, al mite prezzo di L. 2, il magnifico volume. Ne sia data lode al comandante Cattolica, che con tanto amore e tanta competenza dirige l'Istituto, e al Ministero della marina che mantiene con cura particolare quel magnifico Istituto e ne incoraggia efficacemente le pubblicazioni.

in questo anno e giustificare nello stesso tempo la scelta degli argomenti trattati e delle regioni esaminate. Tale scelta appariva in generale abbastanza facile, perchè le analoghe ricerche fatte precedentemente lasciavano scorgere un gran numero di lacune da colmare e di questioni rimaste insolute. Ad esse conveniva attendere prima di accingersi a qualsiasi nuovo studio. Inoltre il tempo ed i mezzi limitati (non ostante gli incoraggiamenti della Società Geografica) ed il proposito di esplorare di preferenza quelle regioni alle quali non era indirizzata l'attività di società scientifiche (Circolo Speleologico ed Idrologico di Udine, Circolo Trentino di studi idrologici ecc.) o di privati, che avevano programmi di studio più o meno coincidenti col mio, rendevano necessario ed opportuno per me di non allontanarmi molto da quelle stesse più elevate montagne del Tirolo e del Cadore, già precedentemente, in parte, esaminate nel 1897. Tuttavia un primo gruppo di ricerche, riferite in questa memoria, concerne le Prealpi friulane, ove mi si presentava l'opportunità di esaminare parecchie questioni urgenti e che uscivano quasi completamente dal campo di studio del Circolo speleologico ora ricordato.

§ 44. *Regioni prealpine e regioni alpine.* — Mi sembrava infatti importante, prima di proseguire ulteriormente gli studi nelle parti più elevate delle Alpi venete, di istituire alcuni confronti fra quelle e le regioni prealpine.

Nelle Prealpi ci troviamo, in certo modo, nella *zona di transizione fra la pianura e l'alta montagna*, in quel complicato *margin*e della grande massa alpina, la quale, in ultima analisi, anche morfologicamente (per la parte orientale, che ci importa), si può considerare come un *altipiano* sormontato da un aggregato di massici e catene, piuttosto che come un sistema di semplici catene. Quella *prealpina* è una zona orografica la quale presenta grandissimo interesse, non solo in sè stessa, ma specialmente perchè, nella storia geologica della catena alpina, si è sempre trovata in *condizioni speciali* ed assai diverse dalle retrostanti regioni centrali, dalle quali rimane tuttora *distinta* per moltissime condizioni morfologiche, fisiche e biologiche.

Geologicamente infatti le nostre Prealpi differiscono dalle Alpi, non soltanto per l'età delle rocce che le costituiscono, ma più ancora per la diversa *facies* litologica e paleontologica da quelle presentata e per le loro condizioni stratigrafiche e tectoniche. Nel caso delle regioni, le quali formano oggetto dei miei studi, più grande non potrebbe essere il contrasto fra le *zone prealpine*, con la loro frangia di terreni terziari, avvolgenti isolate cupole cretacee, e l'ossatura principale, costituita dagli uniformi terreni del Trias superiore e del Giura, rialzati e compressi in

lunghe e strette pieghe, spesso rovesciate o accavallantesi e complicate da notevoli scorrimenti, da un lato; e dall'altro le *regioni centrali alpine*, nelle quali, sia che prevalgano antichi scisti, con isolate masse calcaree e dolomitiche, sia che queste assumano uno sviluppo colossale, le formazioni sono spesso disposte tabularmente o con scarse inclinazioni e le pieghe, dove pure esistono, interessano piuttosto i terreni più profondi, che quelli più diffusi superficialmente.

La tranquilla stratigrafia superficiale di molti paesi intraalpini, rende il loro studio tectonico di molto minore importanza, che non sia quello delle regioni periferiche, dove, nel decifrare le complicate accidentalità dei singolari contorcimenti, arricciamenti, scivolamenti di pieghe, variamente addossate le une alle altre, e tante altre particolarità geologiche, si esamina in fondo un gran numero di problemi, i quali non solo interessano tutta la storia della corteccia terrestre, ma anche l'attuale sua condizione morfologica e geografica in genere. È del resto superfluo avvertire come in fin dei conti, questa ultima condizione non sia che una conseguenza della prima e quindi, alla grande complicazione geologica corrisponderà una analoga complicazione geografica, alla importanza di studio geologico analoga importanza di studio geografico. Poichè abbiamo qui, forse in maggiore misura che altrove, verificata una circostanza sulla quale ho avuto altra volta occasione di richiamare l'attenzione, cioè il *succedersi in un piccolo spazio di condizioni molto diverse fra loro*.

Nel rapido variare poi di ogni singolo fenomeno geologico e geografico e meglio ancora di ciascun gruppo di fenomeni, osserviamo nelle Prealpi un andamento abbastanza regolare, il quale sta in relazione, più che con qualsiasi altro elemento, *con l'addentrarsi maggiore o minore nella massa montuosa*.

§ 45. *Le zone nelle Prealpi e nelle Alpi.* — Già nella distribuzione dei terreni, la quale in gran parte non è che una conseguenza della loro tectonica, si nota quasi ovunque, nelle nostre Prealpi, il rapido e spesso regolare loro succedersi ed alternarsi procedendo dal margine verso le regioni più interne. Le pieghe, siano isolate o addossate in fasci, mantengono un quasi costante parallelismo, il che si riflette nella disposizione stratigrafica e topografica delle formazioni. Ne consegue la possibilità ed opportunità di dividere la regione prealpina in una serie di zone geologiche, fissate in base al complesso dei caratteri presentati da ciascuna di esse, sia dal punto di vista geognostico (della natura dei sedimenti) sia da quello tectonico. Queste zone geologiche, succedentesi in generale abbastanza regolarmente dall'esterno all'interno delle Prealpi,

spesso con limiti distintissimi e facili ad essere segnati, corrispondono quasi sempre, nel modo più evidente, a zone morfologiche, talora esse stesse con netti confini topografici (1). Nè qui ci arrestiamo, poichè, dato l'intimo nesso esistente fra l'orografia di una regione e le sue condizioni fisiche, biologiche ed antropogeografiche, noi potremo facilmente riscontrare che accanto alle zone morfologiche, anzi con quelle in maggiore o minore misura coincidenti, ne abbiamo altre relative al clima, alla flora, alla fauna e perfino alle condizioni naturali e civili della popolazione. Nel complesso adunque, tanto se badiamo alla geologia, quanto a qualsiasi circostanza geografica, noi possiamo considerare questa grande cornice prealpina, che circonda la grande massa montuosa interna, caratterizzata come da successive orlature o zone longitudinali. Abbiamo, in altri termini, una specie di *zonatura*, che possiamo dire *orizzontale*, poichè, per quanto addentrandoci nella catena si osservino le zone successive man mano rialzarsi, è facile accorgersi che l'elemento altimetrico ha sempre ben minore importanza di quello planimetrico.

Alla *zonatura* prevalentemente orizzontale delle Prealpi fa riscontro quella *verticale* delle vere Alpi, nelle quali le *regioni naturali*, pure assumendo forma di zone, sono specialmente determinate dall'elemento altimetrico. Non intendo con ciò affermare che le zone alpine abbiano in generale maggiore sviluppo verticale che non orizzontale, ma soltanto che la causa, la quale è più di ogni altra potente nel determinarne la formazione, è la distanza verticale maggiore o minore dal livello del mare. Perciò, nelle Alpi noi parliamo specialmente di *limiti altimetrici* fra le varie regioni morfologiche, fisiche e biologiche, anzichè di *limiti planimetrici* come nelle Prealpi.

Dalle differenze ora enunciate ne risulta la necessità che lo studio delle *regioni naturali*, il quale è uno dei compiti più notevoli della geografia scientifica, vada fatto con criteri diversi nelle Alpi e nelle Prealpi. Non saprei dove presenti maggiore importanza, poichè alle diverse circostanze locali corrispondono differenti questioni scientifiche, che possono giovarsene.

(1) Naturalmente, tutte le circostanze qui indicate subiscono in certi casi delle eccezioni, ma queste sono piuttosto rare nelle Prealpi del Veneto, finora da me studiate. Così può darsi che alcune regioni non abbiano per nulla forma di fasce, ovvero che manchi il parallelismo di due zone, le quali, non solo possono divergere, ma anche incrociarsi. In altri casi poi non si può trovare una perfetta coincidenza fra zone di sedimentazione, zone tectoniche, zone morfologiche, zone orografiche e via dicendo. Ma, lo ripeto, normalmente la zonatura indicata si può considerare caratteristica delle nostre Prealpi.

A proposito dei quali studi, credo conveniente aggiungere come essi, in fondo, rappresentando una delle ultime sintesi a cui si giunge in una descrizione geografica regionale, richiedano la precedente completa conoscenza dei territorî ai quali si riferiscono, da tutti gli altri punti di vista scientifici speciali, i quali entrano nel programma di una esplorazione orografica. Nè per ciò bastano singole e staccate osservazioni, ma per ottenere dei risultati abbastanza sicuri, conviene non solo raccogliere un grande numero di simili dati, ma aggiungere al coordinamento scientifico che può fare di per sè la nostra mente, il sussidio di procedimenti grafici, orometrici e statistici. Ho creduto conveniente questa avvertenza per scusare le scarse notizie che si trovano nelle due prime serie di « studi orografici » da me pubblicati, intorno a queste zone naturali ed ai loro limiti. Pure non avendo mai perduto di vista lo studio in parola, mi trovo ancora con appunti, che, per quanto numerosi, specialmente per certe regioni, sono insufficienti per trarne delle buone conclusioni e richiedono il sussidio di ricerche orometrico-statistiche, che non ho ancora condotto a termine. D'altro canto, prima di procedere a questi lavori, in buona parte di sintesi, è necessario ancora raccogliere ulteriori elementi analitici e risolvere alcune questioni, le quali si collegano con quelle delle regioni naturali.

Dopo questa digressione ritorno ad alcuni confronti e considerazioni intorno alla diversa direzione, secondo cui conviene indirizzare lo studio orografico nelle Alpi e nelle Prealpi.

§ 46. *Le valli prealpine e la loro origine.* — La notevole differenza morfologica intercedente fra le Alpi e le Prealpi, se si deve nei grandi tratti alla storia orogenetica dell'intero sistema montuoso, per quanto riguarda i particolari è fondamentalmente conseguenza della diversa azione che ebbero ed hanno le forze modificatrici superficiali. In ogni caso anzitutto l'acqua corrente ha prevalso nel determinare la conformazione attuale delle nostre montagne, ma questa ebbe ed ha certamente intensità molto maggiore nelle parti periferiche, che non in quelle centrali delle Alpi. Presso le origini loro e nelle regioni originariamente meno pendenti, è naturale che i corsi d'acqua abbiano avuto un'azione meno intensa che verso la loro fine ed in regioni marginali, a forte inclinazione. Inoltre, nelle parti più elevate delle Alpi, all'erosione fluviale sono quasi del tutto sostituite altre forze e specialmente i ghiacciai e le nevi e più ancora le complesse azioni meteoriche. Nelle parti marginali invece, pur avendosi regioni nelle quali è soppresso od estremamente ridotto il comune fenomeno dell'escavazione per opera delle acque correnti (come sono i ripiani carsici), normal-

mente il momento dominante della morfologia è costituito dalle *valli fluviali*. Di queste alcune sono veramente prealpine, cioè si trovano per tutto il loro percorso nel seno delle Prealpi; altre sono invece la continuazione di vallate provenienti dalla regione alpina. Nell'un caso e nell'altro le valli maggiori, a differenza di quanto avviene nelle regioni interne, sono *trasversali* anzichè longitudinali e *chiuse* posteriormente anzichè aperte, ciò che sta in relazione con la zonatura geologica e fisica altrove ricordata. È appunto lo studio di queste valli trasversali che nelle Prealpi e specialmente in quelle venete, si può fare con assai maggiore profitto che non nelle vere Alpi.

Si presenta anzitutto la questione del nesso che si può trovare fra la disposizione delle valli e la tectonica. Poichè, come fece rilevare anche di recente il Diener (1), se è ormai un fatto dimostrato per tutto il sistema alpino, che le valli trasversali sono nella loro forma attuale *valli di erosione*, la causa prima che spiega la attuale precisa loro posizione può talora trovarsi nella tectonica. Infatti, gli studi del Diener e quelli di altri autori, che lo precedettero, fra cui ricordo il Ritter (2) ed il Luegon (3), richiamarono opportunamente l'attenzione su alcuni concetti generalmente trascurati, relativi alla struttura tectonica delle regioni corrugate. Così posero in rilievo il fatto, che le pieghe, anche quando appaiono continue per considerevoli lunghezze, risultano diversamente elevate nei tratti successivi, in modo tale che si possono dividere in un certo numero di elissoidi (come si chiamano dai geologi toscani), corrispondenti a zone di culminazione delle superficie geologiche (4), separati da interposte insellature tectoniche (sinclinali aperti, normali alla direzione stratigrafica dominante). Ora è evidente la opportunità di esaminare attentamente quale importanza possono avere quelle aree, dove gli assi di alcune pieghe si abbassano in modo da formare un allineamento di selle tectoniche, nella storia idrografica di una regione. Le coincidenze, messe in luce dagli studiosi sopra ricordati, fra tali avvallamenti tectonici e la posizione di alcune valli trasversali, sono

(1) *Die Durchbruchsthäler der nordöstlichen Kalkalpen*. • Mitt. d. K. K. Geogr. Gesellsch. in Wien • Bd. 42. N. 5-6. 1899.

(2) *Origine de l'emplacement des courses d'eau*. • Le Globe •, Genève, 1897.

(3) *Leçon d'ouverture du cours de géographie physique professé à l'Université de Lousanne*. Lousanne, 1897. Vedi anche LUBBOCK: *Le bellezze della Svizzera*. Traduzione italiana, pag. 132. Milano, Hoepli, 1900.

(4) Vedi in proposito il mio scritto: *Superficie geologiche e superficie geografiche a proposito di alcuni termini di uso promiscuo*. • Rivista Geogr. Ital. •, febbraio 1900.

senza dubbio di grande importanza, ma non bisogna certamente credere che il fenomeno in parola abbia nelle Prealpi del Veneto grande frequenza, poichè delle valli da me studiate l'unica la quale può essere in simile condizione è quella del Tagliamento nella sua porzione subvalliva. Ma rimando ad altra occasione il complemento degli studi da me iniziati a tale riguardo e la rispettiva relazione.

Qui invece, sempre a proposito dello studio delle valli prealpine, faccio notare come nell'esame di quelle valli, il tratto il quale desta maggiore interesse sia quello di sbocco nel piano (subvallivo), tanto per gli elementi che può fornire per la storia idrografica della regione (laghi subvallivi e paravallivi, sistemi di terrazzi, resti morenici, conì di deiezione laterali, sovralluvionamenti del fondo, ecc.), quanto dal punto di vista fisico (condizioni climatiche, brezze, ecc.), da quello biologico (migrazione delle piante ed animali verso l'interno delle montagne) ed antropogeografico (vie e sbocchi commerciali, disposizione dei centri abitati, ecc.). Appunto in considerazione di queste circostanze nello studio della vallata del Torre mi sono soffermato specialmente sul tratto di sbocco (pedemontano). Delle osservazioni ivi fatte si riferirà in apposito capitolo.

§ 47. *L'azione glaciale nelle Prealpi.* — La più importante distinzione che conviene stabilire fra le valli prealpine sotto l'aspetto morfologico è certamente fra quelle le quali furono, in qualche epoca, occupate da ghiacciai e quelle che ne rimasero costantemente libere. È a tutti nota la straordinaria importanza che ebbero i ghiacciai nella conformazione orografica delle regioni da essi occupate, per un periodo più o meno lungo, perciò è inutile insistere sopra la grande differenza, la quale necessariamente deve intercedere fra le valli, dove tale azione poté estrinsecarsi e quelle nelle quali, all'incontro, mancò completamente. Ma conviene ancora distinguere l'azione dei grandi ghiacciai quaternari, i quali occupavano il fondo delle vallate più notevoli e circondavano delle specie di isole prealpine scoperte, da quella di piccole masse di ghiaccio (simili alle attuali vedrette), le quali potevano trovarsi nei circhi e nelle vallecole più riparate e remote. Nelle Prealpi infatti localmente, come nelle Alpi, abbiamo, sebbene con caratteri diversi, due aree di invasione glaciale, valliva l'una, extravalliva in generale l'altra; la prima quasi continua, saltuaria la seconda. Fra le due intercedono i territorî liberi, altra volta isole o penisole nel gran mare di ghiaccio, regioni più o meno indipendenti anche oggi, per la loro conformazione morfologica. Ne consegue l'opportunità, specialmente dal punto di vista orografico, di stabilire, in ogni singolo gruppo prealpino, il limite preciso fra le aree *altra volta ghiacciate* ed aree *sempre libere*, sia nelle regioni propriamente val-

live, sia in quelle più elevate, sia finalmente nei territorî esterni o subvallivi. Nella quale indagine si deve necessariamente procedere con un doppio ordine di studi. Convien da un lato ricercare le ben note tracce della presenza glaciale, dall'altro prove dirette della loro assenza. Il non trovare le prime in una località, non costituisce per nulla prova, che quella non sia stata occupata da ghiacci, poichè, senza dubbio, l'erosione postglaciale può avere obliterato completamente i resti della loro azione; fenomeno questo avvenuto assai di frequente nell'interno delle valli. Mi sembra anzi che a torto si sia finora scarsamente badato a raccogliere e coordinare tutti gli elementi di fatto, i quali possono provare la mancanza di qualsiasi occupazione glaciale nelle singole parti delle nostre Prealpi. Nè sono elementi trascurabili per nulla, non solo dal punto di vista morfologico, ma anche da quello geologico. Convien osservare poi come questi dati che possono dimostrare la mancanza del fenomeno glaciale in una regione, consistono specialmente in prove della continuità, nei soliti processi di demolizione delle montagne, dal quaternario antico e talora dal pliocene fino ad oggi. Fra queste importante è la presenza di assai sviluppate breccie e conglomerati di falda, i quali a guisa di grosse e compatte croste rivestono, per tratti estesi, i fianchi ed i pendii montuosi, incisi più o meno completamente dai torrenti attuali, ovvero ricoperti da un solo velo di più recenti detriti; un forte sviluppo di fenomeni carsici nelle aree calcaree pianeggianti; spessi ricoprimenti di residui della decomposizione superficiale delle rocce (*ferretto*, ecc.); estese zone a blocchi (massi) di formazione assolutamente locale, nelle aree culminanti, ed altri fenomeni variabili da luogo a luogo, che sarebbe troppo lungo enumerare.

Inutile avvertire che lo studio dei varî fenomeni, i quali si svolsero nel mondo prealpino libero di ghiacci, contemporaneamente, ma indipendentemente da quelli delle regioni da essi invase, trovi riscontro in un altro analogo da farsi anche nelle zone più interne ed elevate delle Alpi. Al qual proposito richiamo quanto scrissi altra volta intorno all'azione glaciale nella valle del But (§ 19). Aggiungo però come il campo prealpino sia, probabilmente, assai più opportuno per siffatte indagini, poichè nelle Alpi la zona rimasta sempre libera di ghiacci è in generale assai ristretta.

§ 48. *Lo studio delle variazioni dei ghiacciai alpini.* — D'altro canto è inutile che ripeta quanto dissi già altrove sull'interesse generale presentato dallo studio dei ghiacciai intraalpini, sia antichi (1), sia attuali.

(1) Vedi in proposito anche: E. RICHTER, *Eiszeitforschung in Innern der Alpen*. Extrait des « *Ecloga geologicae Helveticae* ». Vol. V, n. 7.

Soltanto per quanto concerne le indagini sugli spostamenti subiti al giorno d'oggi dai ghiacciai, credo conveniente dire due parole a proposito delle ricerche da me fatte, in tale ordine di fenomeni, durante l'ultima campagna. Rammento anzitutto al lettore come nel 1897 io avessi posto un certo numero di segni in parecchi ghiacciai, spettanti alle Alpi Giulie, Carniche e Cadorine. Mi sembrava, che una delle ricerche più sollecitamente richieste nel 1899, fosse quella di stabilire gli opportuni riscontri, per verificare, almeno per alcuni, le mutazioni intervenute durante l'ultimo biennio. Fra i varî ghiacciai da me segnalati, scelsi quelli delle Alpi Cadorine. Delle osservazioni in essi fatte si parlerà in apposito capitolo, qui voglio soltanto indicare come mi sia ulteriormente persuaso che tutte le piccole vedrette delle Alpi Venete *non subiscono veri ritiri* (lo stesso si può ripetere per gli avanzamenti), ma le diminuzioni (e rispettivamente aumenti) di massa si manifestano con *abbassamento* (e rispettivamente innalzamento) della intera superficie. Perciò le mutazioni annuali, non solo sono difficilmente apprezzabili e raggiungono quantità appena misurabili, in base ai segni fatti sulle rocce adiacenti, ma i dati che se ne ricavano hanno un valore comparativo direi quasi illusorio o per lo meno assai grossolano. Perciò dovremo accontentarci non già di misurare, ma di stabilire il *sensu* in cui avviene la mutazione, finchè non avremo a disposizione mezzi strumentali di ricerca ben superiori ai presenti. Poichè non si può in generale trarre alcun profitto dalle comuni fotografie e dai soliti rilievi topografici, nemmeno quando si lasci passare un periodo di tempo abbastanza lungo, talchè le variazioni abbiano potuto, in certo modo, accumularsi. Per ricavare degli elementi sicuri converrebbe ricorrere a complicati sistemi telefotografici ed a rilievi di estrema precisione ed esattezza, ed a scala molto grande (almeno 1 : 1000 e con isoipse di m. in m.). Date le speciali condizioni di giacitura e di pendenza della maggior parte dei ghiacciai delle Alpi Venete, simili rilievi si potrebbero ottenere soltanto con estrema difficoltà e con dispendio di tempo e con fatica, incomparabilmente superiori alla reale utilità che, attualmente, ne ricaverebbe la scienza. È noto infatti come la maggior parte delle nostre vedrette si trovino in condizioni superficiali siffatte, che non possono essere sempre ed ovunque attraversate. Nè d'altro canto sono sempre accessibili le rocce e le zone detritiche contermini: verso le quali, del resto, l'area veramente ghiacciata, non è quasi mai libera dalle frangie e ricoprimenti nevosi che, salvo circostanze speciali, impediscono di determinarne chiaramente i limiti. D'altro canto un rilievo fotogrammetrico sarebbe quasi impedito dalla generale mancanza di monti o sporgenze importanti, anteriori ai ghiacciai ed

a non grande distanza da essi. Questa stessa ragione può servire a spiegare la ignoranza, in cui siamo anche oggi, delle condizioni e talora anche dell'esistenza di ciascun ghiacciaio e la comune difficoltà di ottenere anche delle buone vedute fotografiche, ricavate da punti altimetricamente non molto diversi, nè soverchiamente lontani. Aggiungo ancora come mi sia persuaso che, date le condizioni surriferite, non sia tanto dannoso fare il riscontro dello stato di ciascun ghiacciaio a periodo più lungo di un anno. Si potrebbe anzi dubitare essere attualmente più profittevole estendere le osservazioni ad un maggior numero di ghiacciai e farle saltuariamente, di quello che condensarle su pochi, tanto più che oggi non sapremo quali scegliere come tipi (modelli). Poichè, data la nostra ignoranza, altra volta lamentata, relativamente alle semplici cognizioni topografiche dei ghiacciai delle Alpi Orientali (1), il primo compito nostro è quello di farne una esplorazione sommaria, allo scopo di compilarne un catalogo. Dopo penseremo a sorvegliare con cura una o due vedrette opportunamente scelte, nè scompagneremo questo studio da altri non meno importanti dai varî punti di vista geologici, morfologici e fisici dai quali si può considerare un ghiacciaio qualsiasi (2).

Nel raccogliere i dati per un catalogo ragionato dei ghiacciai delle Alpi Venete, nella compilazione del quale, accanto ad altri scopi, si deve tener presente quello di raccogliere nuovi elementi per precisare ulteriormente l'andamento dei limiti climatici delle nevi in quella regione (3), ho potuto fare ben poco durante la scorsa campagna, essendo preoccupato di condurre a termine altri studi. Non trascurai però di fare delle osservazioni anche in questo campo, fra cui alcune nel gruppo dei Cadini, nelle Alpi di Sesto.

§ 49. *Morfologia delle regioni dolomitiche molto elevate.* — In quella regione ed in altre, ebbi poi occasione di occuparmi delle azioni di erosione meteorica, nelle più elevate regioni dolomitiche, ove si osservano fenomeni i quali sono, almeno geneticamente, fino ad un certo grado analoghi a quelli delle regioni cristalline e scistose, le quali si

(1) Non esagero affermando che al momento attuale noi non siamo per nulla in grado di compilare un puro e semplice elenco dei ghiacciai delle Alpi Orientali.

(2) Vedi in proposito, oltrechè il § 11 di questa memoria, le due seguenti note: E. RICHTER, *Neue Ergebnisse und Probleme der Gletscherforschung*. Sond. A. n. d. « Abhandlungen d. K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien », I, 1899. — SIEGER R., *Ein Album der Schnee- und Eisformen*. « Geographische Zeitschrift », Fünfter Jahrg. VII, Heft. 1899.

(3) Vedi § 12 e la nota del Richter ultimamente citata a pag. 9 e 10.

trovano a simili altezze. Accanto alle analogie, potei però riscontrare non poche differenze, le quali in parte sono certamente dovute alla semplice tectonica delle masse calcareo-dolomitiche da me esaminate, ma più ancora sono conseguenza della loro litologia. Nel mentre nelle regioni scistose e cristalline, superiori al limite della vegetazione arborea, il momento morfologico dominante è costituito dai *circhi*, in genere occupati da laghi, in quelle calcaree abbiamo pure delle conche analoghe (che descriveremo in seguito, denominandole, con la voce dialettale *cadini*, in lingua *catini*), ma esse sono assai meno frequenti e presentano condizioni orografiche ed idrografiche sensibilmente diverse. La natura della roccia e la conseguente forte azione dell'erosione chimica delle acque, sono, come vedremo, le cause dominanti nel determinare queste differenze.

Ma su questo non insisto, essendone trattato in apposito paragrafo: invece a proposito di regioni, nelle quali alla solita azione delle acque correnti, si sostituiscono altre forme di erosione, credo conveniente richiamare fin d'ora l'attenzione sopra una serie di fenomeni, allo studio dei quali fu dedicata buona parte della campagna di esplorazione di quest'anno.

§ 50. *L'azione morfologica dei gessi*. — In alcune ricerche geografiche da me fatte in Sicilia nel 1896 e 1897, mi ero convinto della grande parte che prendono i gessi, tanto diffusi in quell'isola, nel determinare (direttamente od indirettamente), non poche particolarità superficiali di grande momento, tanto nelle aree nelle quali essi erano allo scoperto, quanto in quelle in cui, pure non affiorando, si trovavano nel sottosuolo (1). In un caso e nell'altro si trattava della formazione di cavità, più o meno analoghe a quelle carsiche, sia per i loro caratteri esterni, sia per la genesi, sempre collegata con l'azione chimica delle acque superficiali o sotterranee. In seguito mi ero occupato di ricercare i fenomeni analoghi estesi nella penisola dove continuano le stesse formazioni gessose terziarie della Sicilia (2). Era naturale presumere che nelle Alpi e nelle Prealpi si trovasse qualcosa di analogo nei gessi secondari (Trias) e primari (Permiano). Nè mancavano presso alcuni studiosi della geologia delle Alpi, descrizioni o cenni di fenomeni morfologici che

(1) Vedi in proposito: O. MARINELLI: *Fenomeni analoghi a quelli carsici nei gessi della Sicilia*. Estratto dagli « Atti del III Congresso Geografico Italiano », Firenze, 1899. — *Conche lacustri dovute a suberosioni nei gessi in Sicilia*. « Rivista Geogr. Ital. », 1900.

(2) Vedi in proposito il mio scritto: *Cavità d'erosione nei terreni gessiferi di Fabriano*. « Riv. Geogr. Ital. », 1890, fasc. I.

si potevano collegare con la presenza dei gessi superficiali o sotterranei (1), ma in generale assai incompleti.

Per quanto riguarda poi la regione alpina, la quale costituisce l'oggetto diretto dei miei studi, dove a tutti è noto esistere due zone assai sviluppate di terreni gessiferi (permiana l'una, triasica l'altra), faceva meraviglia non trovare nella letteratura scientifica alcun accenno a fenomeni morfologici speciali a quelli collegati. Le mie stesse prime ricerche fatte a tale riguardo nella Carnia, durante il 1897 (§ 31 e 33) erano scarsamente concludenti. Perciò mi si presentava manifesta la necessità di ulteriori indagini, da estendersi specialmente al Cadore, dove sapeva che le formazioni in parola sono oltremodo diffuse e dal semplice esame delle tavolette, avevo ricavato qualche indizio della presenza di fenomeni, che intravedevo collegati con depositi di gesso. Nè le ricerche da me fatte in questo campo potevano essere, come si vedrà, più concludenti per dimostrare l'importanza morfologica dei gessi nella regione in parola. Non solo infatti sarà in seguito descritto un certo numero di fenomeni, che interessano aree nelle quali i gessi sono allo scoperto, ma anche altre in cui essi sono nel sottosuolo. Nel qual ultimo caso, tanto se i terreni ricoprenti sono di rocce compatte e fragili, quanto se risultano

(1) A dir vero le indicazioni non sono molto abbondanti. Tutto si limita per le Alpi italiane, a 1°) un cenno del DELEBECQUE, il quale si riferisce al lago del Moncenisio, che quel limnologo ritiene dovuto, almeno in parte, a dissoluzione del gesso, il quale è assai diffuso sul margine del lago e presenta in qualche luogo dei gruppi di cavità imbutiformi (Vedi DELEBECQUE: *Lac du Mont-Cenis*. « Archives des Sciences physiques et naturelles », tome XXX, n. 12, 1893, pag. 3. — *Les lacs français*. Paris, 1898, pag. 319); 2°) qualche incompleta allusione, relativa ai dintorni di Dossena del DEECKE (*Beiträge zu Kenntniss der Raibler Schichten in den Lombardischen Alpen*. « Neues Jahrb. f. Min. Geol. und Pal. », III. Beil. B. Stoccarda, 1885, pag. 450-463) che trova conferma in quanto disse (anche per ciò che riguarda la regione gessosa di Oltreilcolle) il prof. TARAMELLI al III Congr. Geogr. Italiano (Vedi *Atti del terzo Congresso Geografico Italiano*, Firenze, 1899, vol. I, pag. 162, errata-corrige pag. 316); 3°) un interessante studio del COZZAGLIO, sopra i laghetti di Esine (Valcamonica) i quali sembrano cavità di sprofondamento, per gessi sottostanti ad un ricoprimento alluvionale (Vedi COZZAGLIO: *I laghetti di Esine*. « Boll. d. Cl. A. It. », 1892, pag. 32).

Quantunque si tratti di regioni esterne alle Alpi italiane, aggiungo qui come sembra che, accanto alle solite azioni glaciali, sieno intervenute erosioni nei gessi, nella formazione del Lünersee, nel Vorarlberg (Vedi LÖWL: *Der Lünersee*. « Zeitschr. d. D. und Oest. A. V. », 1898) e che a sprofondamenti nei gessi sieno dovute alcune cavità e conche lacustri della Svizzera (LUBBOCK, op. cit., pag. 182 e 296). Passo invece del tutto sotto silenzio, per non allungare soverchiamente la presente nota, altri fenomeni simili osservati nei monti francesi, germanici e carpatici e anche in regioni extra-europee.

di materiali sciolti e permeabili, quanto finalmente se si tratta di altre formazioni facilmente cedevoli ed impermeabili, purchè non raggiungano uno spessore molto considerevole, abbiamo in ogni caso manifestazioni, le quali interessano direttamente la morfologia superficiale. A seconda della diversa natura di quelle rocce esterne, si hanno o fessure, voragini e grotte più o meno vicine a quelle carsiche, semplici cavità doliniformi asciutte, conche riempite d'acqua, o finalmente veri laghi, fenomeni tutti non solo degni di studio in sè stessi, ma specialmente per la loro importanza idrografica.

§ 51. *I piccoli laghi della montagna media e la loro origine. Frane e sprofondamenti.* — A proposito poi delle conche lacustri, dovute a sprofondamenti per suberosioni nei gessi, torna opportuno qui far notare, come nelle Alpi Venete esse non si trovino del tutto isolate, ma appartengano ad un gruppo più complesso, intercedente fra la grande zona dei laghetti di *circo* delle regioni montuose più elevate e quella dei maggiori specchi d'acqua *vallivi* e *subvallivi*. Da un semplice esame delle carte topografiche era infatti facile desumere come fra le due zone si trovassero qua e là, con distribuzione affatto sporadica, alcuni piccoli bacini che si potevano avvicinare per le dimensioni, e talora per la stessa forma, ai laghi di circo, coi quali però non era permesso confonderli nè per la loro altimetria nè per la posizione, in generale *laterale alle valli* (laghi paravallivi) (1) ovvero *a mezza costa*, o su aree *culminanti di dossi montuosi*. Interessava esaminare attentamente quale parte, nella loro formazione, avessero avuto i ghiacciai (che tanta importanza ebbero nella formazione dei laghi alpini) e quale altre azioni limnogenetiche. Il risultato dello studio da me fatto, come si dirà anche in seguito, servì a stabilire come quei laghi abbiano in generale scarsi rapporti con azioni glaciali, si trovano prevalentemente nelle aree in altri tempi libere di ghiaccio e sieno specialmente dovuti a sprofondamenti ed a frane. I laghi di quest'ultima origine, si presentavano poi degni d'indagine più che per sè stessi, per lo studio del meccanismo di alcune speciali e complicate forme di scoscendimenti e scivolamenti, caratteristiche di molte regioni dolomitiche.

Quelle frane infatti meritano di essere attentamente considerate, non soltanto perchè occupano un posto importante, come elemento modificatore della morfologia superficiale della regione, ma perchè, nelle svariate

(1) Vedi A. LORENZI: *Il lago di Ospedaletto in Friuli*. « In Alto », 1897, n. 6. — *Una particolarità morfologica della regione fra il Tagliamento ed il lago di Cavazzo*. Id. 1899, n. 5.

circostanze da esse presentate, forniscono degli ottimi elementi per lo studio generale del meccanismo del fenomeno. Nè credo possa essere da nessuno disconosciuta l'importanza di determinare con sempre maggior precisione le leggi e le conseguenze dei movimenti in massa del suolo, sia che presentino carattere di grandi ed improvvisi distacchi di falde o di lenti scivolamenti e franamenti o di colate di materiali, variamente impastati e semifluidi. Quello studio, ad un interesse pratico, che a nessuno in Italia può sfuggire, unisce una grande utilità scientifica. Oggi quei movimenti non si possono considerare più isolatamente, ma conviene collegare il loro studio da un lato con quello del meccanismo dei ghiacciai e delle colate di lava, dall'altro con quello dei movimenti tectonici della crosta terrestre. Una recente teoria orogenetica (Schardt) (1), la quale può forse sembrare poco fondata, quando si voglia applicare in via generale, ma che trova numerosi ed indiscutibili riscontri locali, spiega un gran numero di fenomeni caratteristici o peculiari delle regioni periferiche delle Alpi (prealpine), ammettendo un generale scivolamento di una potente coltre di terreni sedimentari superficiali, dalle masse centrali, più elevate, verso il margine più esterno e più basso. Comunque si possa giudicare la teoria dello Schardt, in base agli elementi di fatto finora raccolti, rimane sempre di straordinaria importanza per ulteriori discussioni, studiare direttamente i fenomeni più recenti od attuali, i quali maggiormente si possono avvicinare e confrontare con quei presunti antichi scivolamenti di enormi pile sedimentarie stratificate. E mi pare che per l'appunto nelle frane, usando questo termine nel suo senso più generale, e nel loro meccanismo, si devano cercare gli elementi fondamentali, per studiare al lume dei fenomeni attuali quelli del mondo passato. Ecco qui poi un nuovo nesso tra fenomeni superficiali e fenomeni tectonici (cioè della struttura del sottosuolo). Ecco intravvista la possibilità di prendere in esame dei casi intermedi tra i fenomeni bradisismici e tectonici da un lato e quelli di spostamenti più o meno rapidi di materiali, i quali si muovono alla superficie terrestre per cause esterne. Appunto lo studio di questi fenomeni intermedi, qui, come in qualsiasi ramo della scienza, è più richiesto, non solo perchè generalmente più trascurato, ma per la effettiva sua maggiore importanza. Nè i

(1) Vedi T. TARAMELLI: *Considerazioni a proposito della teoria dello Schardt sulle regioni esotiche nelle Prealpi*. Estratto dai « Rendiconti del R. Istituto Lombardo », serie II, vol. XXXI, 1898. — Vedi anche A. COZZAGLIO: *I paesaggi prealpini e le moderne idee della geologia continentale*. « Bollettino del Club Alpino Italiano » pel 1898. Torino, 1899, pag. 344 e segg..

nessi e collegamenti, in relazione coi fenomeni di cui si tratta, sono limitati ai pochi brevemente accennati, poichè non va, per esempio, certamente trascurata l'analogia esistente fra le semplici frane e gli sprofondamenti in aree gessifere (frane interne), di cui dissi altrove. Anche in quest'ultimo caso, passando da veri infossamenti o rovine di vòlte a semplici incurvature od avvallamenti di strati superficiali, causati dalle solite cavità del sottosuolo, noi possiamo considerare dei fenomeni, i quali fino ad un certo punto sono intermedi fra i movimenti esteriori di masse e quelli veramente tectonici. Non ultima conseguenza dei complicati fenomeni, di cui ora si fece parola, sono poi quasi sempre delle cavità asciutte o dei veri laghi, di cui risulta di nuovo evidente la grande complessità genetica.

Si vede però, tornando ai laghi della media montagna, come, sebbene diversi e molteplici sieno i procedimenti, i quali intervennero nella loro formazione, tutti si possano fino ad un certo punto collegare fra di loro e come, in fin dei conti, al gruppo topografico benissimo definito, corrisponda anche un gruppo morfogenetico. Certamente noi dovremo collocare tassonomicamente, alcuni di quei laghetti fra quelli dovuti a sprofondamenti od avvallamenti nei gessi, altri fra i laghi di frana e distingueremo questi ultimi in ulteriori categorie, secondo che sono di sbarramento o dovuti all'irregolare accumulamento dei materiali precipitati o scivolati; ma, in fondo, tutti hanno qualcosa di comune geneticamente. Se noi estendiamo un poco il solito concetto di frana ad alcuni fenomeni analoghi, noi potremo chiamare quasi tutti quei laghi della media montagna, come *laghi di frana*. Eppure da laghi, i quali quasi si potrebbero dire tectonici, noi passiamo a semplici bacini di sbarramento. Siamo ai due estremi della serie delle categorie genetiche dei bacini lacustri. Nè si può certamente fare a meno di ritenere assai complicata la genesi di ciascuno di tali piccoli laghi.

Del resto appunto la molteplicità dell'origine e delle condizioni topografiche di questi laghetti della media montagna, rende il loro studio di grande interesse sotto il puro e semplice aspetto geografico (fisico-morfologico). Nè conviene trascurare l'importanza speciale biologica di tali laghi, i quali presentando condizioni altimetriche e fisiche fino ad un certo punto intermedie fra i laghi vallivi prealpini e quelli più elevati di circo, devono presumibilmente mostrare la transizione tra la flora e la fauna delle regioni basse e quella veramente alpina. Sono essi infatti, nelle Alpi Orientali da me studiate, quasi tutti ad altezze che vanno dai 1300 ai 1800 metri, e, non solo interrompono la uniformità dei boschi montani, fra i quali sono spesso quasi nascosti, dando la nota

gaia al monotono paesaggio, ma nelle loro acque e sulle loro sponde danno ricetto ad una flora speciale e diversa da quella circostante.

§ 52. *Le zone di vegetazione nei laghi.* — A proposito di ciò, mi sembra opportuno richiamare l'attenzione sulle buone condizioni in cui si presentano i laghi in parola (i quali spesso assai poco si prestano a ricerche limnologiche, sia perchè privi di barca, sia per la minima profondità da essi assai di frequente presentata) per lo studio delle successive zone di vegetazione. Dai recenti studi eseguiti da parecchi scienziati fuori d'Italia e fra noi dal dott. A. Lorenzi (1) risultò dimostrato con sufficiente evidenza, come in ogni luogo, i macrofiti lacustri tendano ad associarsi in tanti consorzi, i quali si succedono dalle rive al fondo a guisa di cinture sempre più interne, ognuna delle quali ha una fisionomia propria. La costanza del fenomeno e l'analoga riscontrata in paesi assai lontani, ha persuaso quegli studiosi dell'opportunità di stabilire delle distinzioni di carattere generale e di designarle con una nomenclatura, la quale consiste nel ricavare dal nome generico o specifico, della pianta sociale (predominante o che dà una speciale impronta a ciascun consorzio) un vocabolo latino, con la desinenza *etum* (2). Così si parla in generale, per la maggior parte dei laghi finora studiati, di un *caricetum* esterno, di una fascia marginale costituita da un *phragmitetum* e da un *scirpetum* e da successive tre cinture più interne e via via più profonde, le quali prendono il nome di *nupharetum*, *potamagetonetum* e *characetum*. Questa regolare successione di consorzi non si presenta però tipicamente rappresentata, nemmeno in tutti i laghi del Giura, i quali servirono per stabilirla, ma per alcuni di essi si ha: o la mancanza totale o parziale di una o più cinture, ovvero è localmente invertita la loro distribuzione, o finalmente le specie caratteristiche di ciascuna associazione sono sostituite da altre. Ma in generale nel Giura è raro il caso, di laghi i quali si discostino notevolmente dallo schema, che trova una espressione nella nomenclatura sopra accennata. Essa poi, dai pochi studi finora fatti, sembra si possa applicare anche ad alcuni laghi italiani. Comunque sia, mi sembra che nello studio dei nostri monti, non si deva per nulla trascurare di raccogliere elementi per vedere fino a qual punto trovi riscontro la tipica disposizione delle cinture di vegetazione dei laghi del Giura e come

(1) Vedi specialmente: A. LORENZI, *La vegetazione lacustre*. Estr. dalla « Rivista geografica italiana ». Fasc. IX, 1899.

(2) Su alcuni inconvenienti presentati da questa nomenclatura vedi: A. LORENZI, *Una questione relativa alla nomenclatura delle stazioni vegetali acquatiche*. « In Alto » 1900, N. 1.

quella sia modificata nei singoli casi, dalle peculiarità topografiche o fisiche di ciascun bacino. Nè è a credere che questi studi abbiano importanza dal solo punto di vista della biologia vegetale e della corologia botanica, poichè la stessa parte veramente geografica della limnologia non può trascurare l'esame di queste zone di consorzi di piante, le quali danno un'impronta, o *facies* che dir si voglia, caratteristica a molti laghi e spesso ne determinano la sottocategoria alla quale devono ascrivarsi (paludi, stagni).

§ 53. *Sopra i rilievi topografici dei laghi.* — Anzi a proposito della circostanza ultimamente indicata, mi sembra opportuno richiamare l'attenzione sopra l'opportunità di studiare le zone di vegetazione, anche per un altro fine, collegato col precedente e che, a quanto so, venne finora trascurato. Si tratta semplicemente dello scopo cartografico, assai modesto, ma che trova riscontro in altre importanti questioni limnologiche.

Quando noi ci troviamo di fronte ad un lago, ove sia considerevolmente sviluppata la flora macrofita, in modo da avere invaso gran parte della superficie originariamente occupata dall'acqua libera, e vogliamo eseguirne un rilievo, con un procedimento topografico qualsiasi, ci troviamo veramente imbarazzati nel segnare una linea di costa. Si deve questa considerare condotta presso le sponde veramente solide della conca, ovvero dove comincia a vedersi l'acqua, più o meno intramezzata da erbe palustri, oppure dove finiscono le piante emergenti o finalmente dove l'acqua è interamente libera, cioè nemmeno occupata da vegetali galleggianti? Evidentemente nel caso di un singolo lago noi possiamo trovarci in presenza di regioni di vegetazione le quali, indipendentemente dal succedersi o meno con ordine costante, presentano un aspetto tale, che, se si osservassero isolatamente costituirebbero quello che noi chiamiamo un *prato acquitrinoso*, una *torbiera*, una *palude*, uno *stagno*. Per ognuno di questi tipi, e per altri che forse si potrebbero riscontrare, i quali seguono il passaggio fra una prateria ed un vero lago, di cui alcuni anzi sono subordinati a questa ultima classe di forme geografiche (palude e stagno), è opportuno stabilire per convenzione un *segno topografico distinto* ed impiegarlo anche per indicare le successive zone di un lago. Poichè se analizziamo bene il complesso fenomeno geografico rappresentato da una estesa raccolta d'acqua, vedremo che essa in fondo non ha un carattere unitario ed, almeno teoricamente, si potrà pensare distinta in un'area veramente lacustre, in una stagnale (per lo più circondante la precedente a guisa di cintura) ed in una palustre (comunemente più esterna). E perchè non terremo distinte queste parti di diverso carattere, nella rappresentazione

di un lago, con distinti segni cartografici? Questo mi sembra, non solo il modo più semplice e più logico per risolvere la questione della costruzione del rilievo di un lago qualsiasi, ma quello, che, accanto all'importanza cartografica, tiene conto anche di quella morfologica e fitogeografica. Non occorre infatti spendere lunghe parole per addimostrare le intime relazioni naturalmente esistenti fra le zone e regioni di vegetazione di cui si fece cenno precedentemente a quelle che mi sembra opportuno distinguere cartograficamente.

Fondandomi sui dati da me finora raccolti (laghi veneti) mi sembra che le regioni che in generale si possono distinguere in un lago, dal punto di vista che ora ci interessa sieno le seguenti :

1° zona *esterna*, costituita da *prati acquitrinosi* o *campi torbosi* (talora a leggera pendenza) i quali sono in generale indipendenti dal vero lago, tranne che nelle epoche di piena. Oltre che dai muschi (ipni e sfagni), sono quasi ovunque caratterizzati da piante del genere *Carex*, le quali formano un tipo di consorzio, che si può chiamare un *basso canneto*. Portamento abbastanza analogo presentano associazioni di alcuni *Juncus*, *Heliocharis* di qualche *graminacea* ecc.. In questa regione sono frequenti pure i trifogli acquatici e molte altre piante ;

2° regione *palustre*, la prima delle zone varamente spettanti al lago, caratterizzata dalle piante con radici sommerse, ma con *fusto e fronde emerse* ed elevate fuori dell'acqua. Sono specialmente dei *canneti* costituiti, oltrechè dalle piante prima indicate come facenti parte della regione esterna, da *Phragmites* (fragmiteto) e *Scirpus* (scirpeti) ;

3° zona *stagnale*, nella quale le piante hanno *fronde natanti*, in modo da costituire un così detto *lamineto*, formato da poligoni, potamogeti, ninfee, ecc.. Certe piante, come i ceratofilli ed i miriofilli alcuni potamogeti formano dei viluppi dei quali affiora qualche rara fronda in speciale circostanza, per ciò non è sempre facile la distinzione fra questa e la seguente :

4° regione *lacustre* o *profonda*, dove le *acque* sono completamente *libere* alla superficie e la flora è esclusivamente sommersa.

Inutile aggiungere che non si tratta sempre di zone nel vero senso della parola, nè di regioni chiaramente limitate, poichè riscontriamo spesso isole torbose o palustri, nell'area stagnale e lacustre ed in ogni caso continue e lente transizioni da un tipo all'altro. Ma quando s'adoperino segni cartografici, i quali si prestino a rappresentare quelle condizioni, credo si possano ottenere dei discreti risultati, certo il progresso rispetto alle carte che segnano un contorno unico, stabilito con criterio

indeterminato o personale è, in questo caso, indiscutibile (1). Nè i tentativi di simile rilievo cartografico da me fatti per i laghetti studiati nella campagna del 1899 e che saranno in seguito riprodotti, pur non avendo la pretesa di essere che schizzi sommarî, sono, a quanto mi sembra, del tutto trascurabili. In quei disegni ho creduto conveniente di limitare con linea continua solamente la regione *esterna*, mentre quella *palustre* e quella *stagnale* sono indicate rispettivamente con pùntini e circoletti e perciò non sono nettamente definite cartograficamente, come non lo sono per nulla in natura.

§ 54. *Altre ricerche. Disposizione della materia.* — Temerei di dare a questo capitolo uno sviluppo soverchio, superiore cioè a quanto comporti l'economia del lavoro, se mi intrattenessi ora, anche brevemente, su altre ricerche delle quali ebbi occasione di occuparmi nella scorsa campagna, o casualmente o seguendo un piano prestabilito. Di queste alcune si collegano, più o meno direttamente, con gli argomenti trattati in modo principale e dei quali fu data un'idea sommaria in questa introduzione; di esse sarà trattato nei singoli capitoli. Altre ricerche, perchè incomplete o soverchiamente isolate, non trovano posto in questa memoria. Ho lasciato dal riferirne in questa occasione, riservandomi di inserirle, eventualmente, in ulteriori serie di studî. D'altro canto, anche questa volta, non ho trascurato di pubblicare in molti casi notizie su osservazioni vecchie, cioè fatte negli anni precedenti, quando lo richiedeva l'intimo loro legame con quelle nuove, cioè ricavate dalle ultime escursioni. Mi sembra, infatti, che il metodo da me seguito, e nel quale persisto, nel rendere conto degli studî orografici, che vado man mano estendendo nelle Alpi Orientali, ad onta di alcuni difetti, sia preferibile ad altri, i quali potrebbero sembrare più semplici e certamente avrebbero il vantaggio di maggiore comodità di redazione. Esso consiste nel distribuire la materia con ordine geografico, tenendo conto di quello

(1) Nella maggior parte delle carte topografiche (anche nelle migliori carte ufficiali degli stati civili) in generale si trascurano le indicazioni del genere di quelle sopra ricordate. Nella sola carta austriaca al 75,000 (nuova edizione) a giudicare dalla spiegazione dei segni (*Zeichen-Erklärung*, ecc.) sembrerebbe si fosse data notevole importanza alla distinzione e delimitazione dei terreni, i quali dal suolo acquitrinoso fanno passaggio a raccolte permanenti di acqua; ma l'applicazione di quei segni nei singoli casi mi sembra fatta assai poco esattamente per le regioni che io conosco. Vale però la pena di riferire quali sono le distinzioni indicate: 1) suolo umido (*nasser Boden*); 2) palude (*Sumpf*), che prosciuga in certe stagioni e perciò a limiti mutevoli; 3) palude permanente e perciò a limiti fissi; 4) suolo torboso (*Moorboden*); 5) canneti sparsi (*schütterer Rohrwuchs*); 6) canneti assai densi e naturalmente bene limitati; 7) acque stagnanti con canneti.

logico soltanto nel collegamento dei capitoli e nei riassunti contenuti nella introduzione ed in alcune note finali. L'una e le altre hanno lo scopo non solo di mostrare che un unico principio direttivo presiede nel fare queste ricerche, le quali, isolatamente considerate, potrebbero sembrare del tutto staccate e riunite dal solo nesso topografico, ma anche di servire ad un coordinamento logico di tutta la materia ed a giungere man mano a quelle conclusioni, *più o meno provvisorie*, le quali si possono ricavare dagli elementi raccolti, in un dato campo di ricerche. Esse in altri termini servono a dare unità geografica ad un lavoro il quale ad un estraneo alla nostra scienza potrebbe sembrare un ibrido impasto di notizie topografiche, fisiche, geologiche, botaniche e via dicendo. Non per scusarmi presso alcuni naturalisti specializzati da un lato, e presso alcuni geografi che la pensano in modo diverso da me, dall'altro, ma unicamente per non essere frainteso in molte delle questioni da me trattate, insisto su questo concetto essere il mio lavoro, se non sempre rispetto ai mezzi, certamente rispetto ai fini, lavoro essenzialmente ed esclusivamente geografico.

VIII. — PREALPI GIULIE.

OSSERVAZIONI SUI TERRAZZI DEI DINTORNI DI TARENTO.

§ 55. *Indicazioni sulla zona « pedemontana » nelle Prealpi Giulie.*
— Delle varie osservazioni morfologiche e fisiche da me fatte nelle Prealpi Giulie, delle quali buona parte fu già iniziata nei precedenti anni e proseguita in questo, mi limito ora a riferire quelle concernenti i terrazzi alluvionali dello sbocco della valle del Torre. Devo però premettere poche indicazioni sulle condizioni geografiche generali presentate dalla zona pedemontana di quella regione.

Ho già accennato nell'introduzione al carattere speciale che presenta generalmente nelle aree prealpine il succedersi delle regioni naturali. Nelle Prealpi friulane e specialmente in quelle intercedenti fra il Tagliamento e l'Isonzo, è forse più che altrove spiccata la tendenza ad allungarsi longitudinalmente di ciascuna delle regioni, le quali si possono distinguere dai vari aspetti altrove accennati. Ne consegue l'indicata *zonatura*, la quale si riscontra tipicamente sviluppata, non solo nella successione dei terreni geologici e nella distribuzione dei rilievi montuosi e delle interposte depressioni, ma anche nelle regioni di vegetazione e perfino nella postura dei centri abitati.

Data la forma e posizione delle nostre Prealpi, nel complesso le zone longitudinali sono dirette a est e ad ovest, ma quelle marginali vanno incurvandosi e nello stesso tempo man mano allargandosi, cioè acquistando maggiore ampiezza, procedendo dal Tagliamento verso l'Isonzo. La valle del Natisone, la quale divide le Prealpi Giulie in Occidentali (o del Torre) ed Orientali, serve pure a separare, press' a poco, il tratto (occidentale) nel quale le zone indicate sono più numerose, meno ampie e più uniformi, da quello (orientale) in cui si riducono di numero, guadagnando in larghezza e perdendo in regolarità.

Per ora le mie osservazioni si estendono soltanto alle Prealpi Giulie occidentali, nelle quali le zone o fasce indicate si succedono quasi esattamente da nord a sud, anche nella parte più esterna. Esse non sono quasi mai continue per molte decine di chilometri, sia perchè talora, si congiungono l'una all'altra, sia perchè altra volta sono qua e là interrotte. Questo concetto di *zona*, va perciò inteso nel senso stesso in cui si adopera in geologia la parola *strato*, pur sapendo che ogni strato non solamente è di spessore variabile, ma deve cominciare e finire coll'assottigliarsi man mano ai lati (in modo che più opportunamente si dovrebbe parlare di ammassi lenticolari enormemente schiacciati). Come uno strato può cessare o perdersi, per essere man mano sostituito da altro giustaposto, ovvero per improvvisa interruzione, anche nel caso delle zone naturali riscontriamo qualcosa di analogo. Le brusche rotture, però, sono più topografiche che non geografiche, poichè i due margini d'una zona spezzata si possono per lo più raccordare perfettamente.

Le interruzioni a cui alludo sono normalmente costituite dalle *valli trasversali*: di queste si contano parecchie nelle nostre Prealpi. Esse, pur diversificando assai fra di loro per non poche particolarità, hanno però in comune alcune circostanze fondamentali, per le quali uno studio completo di una potrebbe servire quasi di *specimen* per la conoscenza di tutte.

Il carattere principale che dà maggiore o minore importanza geografica a queste valli è il più o meno grande loro addentrarsi nelle catene. Poichè mentre alcune, per avere origine nell'interno della massa delle Alpi, occupano un posto assai notevole e non si possono nemmeno chiamare prealpine (Tagliamento ed Isonzo), altre di secondo ordine (Torre) intaccano già la zona più interna delle Prealpi, altre di terzo (Cornappo) solo la successiva, e via dicendo. Ne conseguirà evidentemente una circostanza, che le *zone geografiche* di cui si parlò, saranno *tanto più minutamente frammentate quanto più esterne*. L'ultima, cioè quella che segna il passaggio fra la regione prealpina e quella esterna,

sarà infatti intaccata da tutte le valli, sieno esse di piccole, sieno di grandi dimensioni. È questa, nella regione in parola, la zona che altra volta (1) chiamai *pedemontana*, costituita da una serie di colline, le quali si staccano dagli altipiani *submontani* (2), formate da rocce eoceniche, prevalentemente arenacee e marnose, interessate da un generale rovesciamento stratigrafico verso il piano (rovesciamento pedemontano). Questa zona (che qua e là si confonde più o meno completamente con quella *extraalpina* (3) di accumulamento prevalentemente morenico) accanto ai caratteri morfologici e geologici prima ricordati, ne presenta molti altri. Fra questi rammento per ora la costanza del manto vegetale, formato da ricchi castagneti e vigneti, la caratteristica disposizione dei paesi e degli abitati sparsi e, fenomeno forse più importante dal punto di vista orografico ed antropogeografico, le *interruzioni determinate dallo sbocco delle vallate alpine e prealpine nel piano*.

Evidentemente l'importanza dello sbocco delle vallate sta in relazione con la loro estensione e si manifesta morfologicamente con ampiezza maggiore e con più grande ricchezza di terrazzi ed alluvioni marginali, antropogeograficamente con l'esistenza di più grossi centri abitati. Non è qui il luogo di entrare in maggiori particolari sulle condizioni presentate dagli sbocchi di ciascuna vallata delle Prealpi Giulie, poichè per ora intendo intrattenermi unicamente su quella del Torre e soltanto per riferire le osservazioni morfologiche ivi fatte.

§ 56. *Condizioni altimetriche dei terrazzi dei dintorni di Tarcento.*

— Il Torre, dopo avere attraversata la zona submontana, per la stretta gola di Crosis, si espande nel ridente bacino di Tarcento. In questa regione il torrente è fiancheggiato da ambedue i lati della valle, da una serie di terrazzi alluvionali i quali talora assumono uno sviluppo abbastanza notevole, e forse superiore a quello di tutti gli altri sbocchi vallivi delle Prealpi Giulie. Lo studio di questi terrazzi formò oggetto, a più riprese, di mie ricerche, durante gli scorsi anni, però solamente nell'ultima stagione autunnale potei condurli a buon punto, in modo da essere giunto il momento di pubblicare i risultati delle osservazioni finora eseguite.

A dir vero, una descrizione completa di un sistema di terrazzi richiederebbe mezzi e tempo superiori a quelli di cui poteva disporre,

(1) *Risultati sommari di uno studio geologico dei dintorni di Tarcento in Friuli.* « In Alto », settembre 1896.

(2) Oltre lo scritto citato alla nota precedente, vedi pure: *Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nei dintorni di Tarcento in Friuli* « In Alto », gennaio-luglio '97.

(3) Vedi op. cit. nota (1).

ma credo tuttavia che il mio possa valere come studio riassuntivo. Non occorre avvertire infatti come una ricerca siffatta in fondo si riduca principalmente alla costruzione di una esatta e dettagliata *carta altimetrica* in grande scala (almeno 1 : 10,000) ed al colorimento geologico della stessa. Credo conveniente osservare come una carta altimetrica, la quale dovesse servire ad uno studio di terrazzi, si dovrebbe fare non solo da un topografo, il quale avesse ben presente lo scopo della ricerca, ma riuscirebbe assai più espressiva ed utile per lo studio in parola, quando fosse modificata la consueta superficie di riferimento delle altezze. Infatti per lo studio altimetrico dei terrazzi importa scarsamente la conoscenza della loro altitudine assoluta, riferita cioè al livello del mare, mentre ha fondamentale importanza l'altezza relativa al *thalweg* del fiume nel punto più vicino. Perciò sarebbe opportuno, alla superficie geodetica di riferimento delle altitudini, sostituire per le speciali ricerche di cui sopra, quella (superficie rigata) che si ottiene facendo spostare lungo il *thalweg* una retta orizzontale, che si mantenga normale in ciascun punto della sua direzione.

Non avendo i mezzi di fare una carta dettagliata, come quella proposta, ho pensato che almeno in parte fosse possibile sostituirla costruendo una serie di profili altimetrici, normali al filone della valle e a non grande distanza l'uno dall'altro. Nella costruzione di questi profili mi sono convinto che la carta topografica dell'Istituto era non del tutto insufficiente allo scopo, ma in molti punti assolutamente imperfetta, perciò credetti opportuno di servirmi per gli elementi altimetrici quasi esclusivamente di quelli da me ricavati con l'aneroide. Inutile avvertire che le misure furono sempre eseguite più volte e con la maggiore cura possibile, talchè i dati in seguito riferiti sono frutto di qualche centinaio di determinazioni. Ho creduto poi superfluo costruire nei singoli casi dei profili cartografici, bastando per lo scopo l'indicazione tabellare degli elementi altimetrici direttamente ricavati, ciò che ho cercato di fare nel seguente specchio, e d'altro canto la costruzione di uno schizzo topografico a scala non tanto grande (20,000), il quale accompagna la presente memoria (fig. 1). A proposito del quale è opportuno avvertire come esso sia qualcosa di intermedio fra una rappresentazione morfografica ed una carta geologica. Ciò specialmente per la circostanza che le formazioni marine, le quali servono di base alle alluvioni terrazzate, e che si osservano in numerosi affioramenti, isolati fra le alluvioni continentali, quando si confondono con le forme dei terrazzi in modo da costituirne parte integrale (così detta *orografica*), non sono segnate col tratteggio destinato all'eocene.

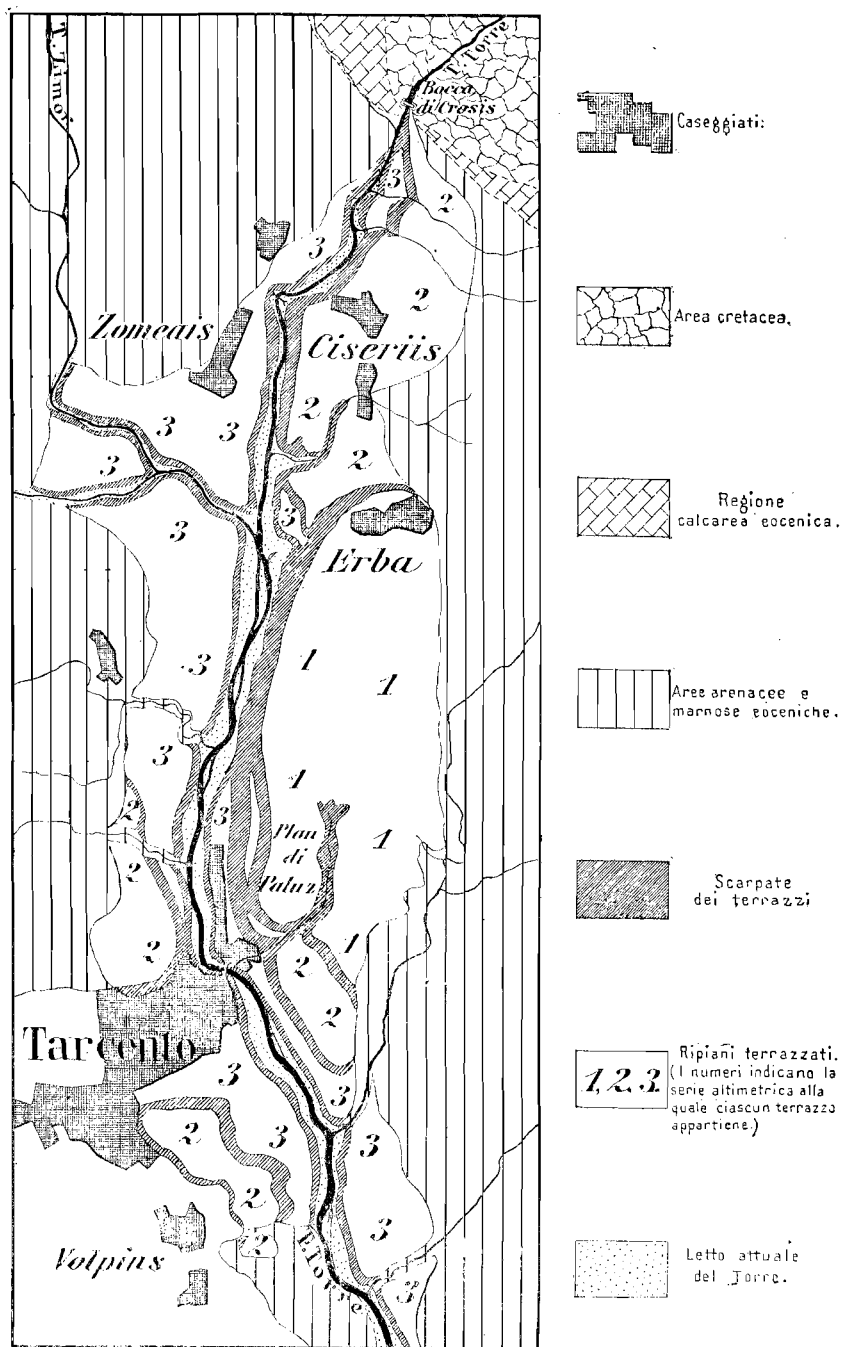


FIG. 1^a. — Schizzo morfologico dei terrazzi del Torre. Scala 1 : 20,000.

Tabella I.^a — ALTEZZA RELATIVA DEI TERRAZZI LATERALI ALLA VALLE DEL TORRE LUNGO SEZIONI TRASVERSALI DI 150 IN 150 METRI, PARTENDO DALLA BOCCA DI CROSIS.

SEZIONI	TERRAZZI DI SINISTRA			TERRAZZI DI DESTRA		
	1 ^a serie	2 ^a serie	3 ^a serie	3 ^a serie	2 ^a serie	1 ^a serie
1 ^a Bocca di Crois.	—	m. 37	—	—	—	—
2 ^a	—	36	17	20	—	—
3 ^a	—	37	15	19	—	—
4 ^a	—	35	—	20	—	—
5 ^a Ponte Zomeais-Ciseriis	—	34	—	20	—	—
6 ^a	—	35	—	18	—	—
7 ^a	—	31	—	12	—	—
8 ^a	m. 59	33	10	—	—	—
9 ^a	55	—	—	12	—	—
10 ^a	54	—	—	11	—	—
11 ^a	50	—	—	12	—	—
12 ^a	46	35	11	12	30 [?]	—
13 ^a	48	30	10	11	30	—
14 ^a	50	25	12	13	31	—
15 ^a Ponte di Tarcento	51	23	11	14	—	—
16 ^a	50	22	11	13	—	—
17 ^a	—	22	11	10	35	—
18 ^a	—	—	10	9	30	—
19 ^a	—	—	12	8	28	—
20 ^a	—	—	9	—	—	—
<i>Altezza media</i>	m. 51	31	12	14	31	—

Dall'esame della tabella e dello schizzo annesso appare anzitutto manifesto come nel tratto del suo corso da Bocca di Crois fino quasi a Molinis, che è quello considerato, non mancino quasi in nessun punto terrazzi, fiancheggianti il fiume, tanto sulla sua riva destra, quanto sulla sinistra. Lungo alcune poche sezioni, si osserva un solo ordine di terrazzi, in più casi se ne riscontrano due sovrapposti in altri tre successivi, in nessun caso quattro. Tutte le circostanze poi fanno pensare alla possibilità di coordinare, come ho cercato di fare nella precedente tabella, in tre distinte serie tutti i terrazzi, cioè non soltanto quelli nei quali è facile scorgere una evidente continuità, ma anche i lembi sparsi e staccati e che considerati in sè stessi si potrebbero quasi pensare indipendenti dagli altri.

Questo raccordamento dei terrazzi in tre serie non presenta grandi difficoltà, poichè in genere si nota una certa costanza nell'altezza (relativa al *thalweg*) dei terrazzi, tanto considerando due lembi della riva opposta, quanto successivi ripiani lungo una stessa sponda. Anzi in molti casi può sembrare veramente strana la *costanza dell'altezza di questi terrazzi*, che indica evidentemente come *i successivi letti del fiume segnino delle linee presso a poco parallele*. Però, esaminando attentamente i numeri riferiti nella precedente tabella, si può facilmente notare un fatto, che mi sembra abbastanza importante. Cioè: *i terrazzi della stessa serie in alcuni casi hanno la tendenza ad abbassarsi rispetto al « thalweg » procedendo da monte a valle*. Così per esempio i terrazzi della serie 2^a per la riva sinistra, nel tratto più a monte sono elevati in media m. 35, nel tratto medio m. 32 e più a valle m. 23. Qualcosa di analogo avviene per i terrazzi della 1^a serie, tanto di destra, quanto di sinistra.

Considerando il metodo approssimativo con cui furono ricavati gli elementi altimetrici della tabella precedente, appare manifesto come, più che ai singoli dati, convenga dar valore delle medie, se si vuol formarsi una idea abbastanza precisa dell'entità di ciascun successivo abbassamento subito dal letto del fiume, nel continuo approfondarsi della valle. Le medie che si ricavano sono:

							m.
Altezza media relativa dei terrazzi della 1 ^a serie sulla riva sinistra 51							
»	»	»	»	»	»	»	destra mancano
»	»	»	»	2 ^a	»	»	sinistra 31
»	»	»	»	»	»	»	destra 31
»	»	»	»	3 ^a	»	»	sinistra 12
»	»	»	»	»	»	»	destra 14

Quindi le tre altezze a cui il Torre si è arrestato a lungo, sono rappresentate in media da m. 51, 31 e 13, sul *thalweg* attuale. I tre periodi intermedi di rapida erosione, sono rappresentati da una escavazione rispettiva di m. 20, 18 e 13.

E qui sarebbe il momento di parlare delle cause, che si possono immaginare per spiegare questi arresti e questi acceleramenti nella forza erosiva ed in quella di deposito del Torre, se prima non fosse necessario fare due ricerche, le quali possono soltanto fornire le basi di qualsiasi seria congettura. E cioè in primo luogo esaminare la struttura dei terrazzi stessi e gli elementi geologici, che possono servire per determinarne l'età; in secondo luogo vedere se le tre serie dei terrazzi trovano riscontro in altre valli, poste in condizioni analoghe a quella del Torre.

§ 57. *Costituzione dei terrazzi del Torre.* — Non sempre è facile studiare accuratamente la costituzione dei terrazzi del Torre, perchè la superficie loro è quasi ovunque ammantata da ricca vegetazione, e rare sono le incisioni nelle quali venga allo scoperto il terreno geologico, sottostante a quello agricolo, e si possa rendersi esatto conto del grado di decomposizione subito dai materiali alluvionali, per servirsi di questo criterio, al quale giustamente oggi si dà grande importanza, nello stabilire l'età delle formazioni continentali.

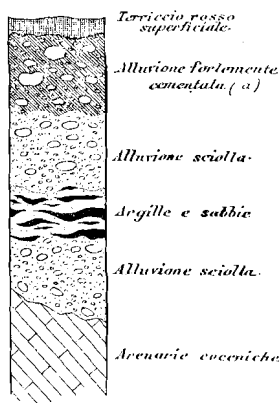


FIG. 2^a. — *Spaccato schematico della serie diluviale di Plan di Palù.* Scala 1 : 1,000.

Per quanto riguarda il terrazzo più elevato e più antico, che costituisce il così detto *Plan di Palù*, il miglior modo per osservarne la struttura, è di portarsi in quella valletta di erosione, che sbocca a Tarcento nel sobborgo di Oltretorre. Osservando il recente taglio fatto per costruire la strada, che conduce alla villa Malignani, si può vedere come la parte più esterna e superficiale consti di uno strato dello spessore di circa m. 2,50, di un terriccio argilloso rosso, evidentemente residuo della decomposizione delle alluvioni calcaree sottostanti, il quale somiglia, quanto ai caratteri fisici, al *loess*,

ma che per l'origine sua deve piuttosto chiamarsi *ferretto*. Simili materiali di decomposizione si trovano in quasi tutte le formazioni diluviali della zona circumpadana.

Sotto il ricoprimento di *ferretto*, il terrazzo è formato:

- a) di uno strato, elevato una decina di metri, di alluvione, ad elementi abbastanza grossolani, fortemente cementata;
- b) per uno spessore presso a poco eguale, di una alluvione analoga, ma senza cemento;
- c) per uno strato di 5 o 6 metri, di fina argilla, mista a lenti di sabbia;
- d) di una alluvione grossolana, non cementata.

Nella vallecchia in questione non si vede su che cosa poggi questa ultima formazione; però, costeggiando il terrazzo, nel lato verso il Torre si scorge come le alluvioni in parola si adagino sulle rocce arenaceo-marnose dell'eocene, le quali in molti punti affiorano, per estensioni, però in generale, abbastanza limitate. Lo strato superiore di alluvioni cementate, con spessore comunemente minore di 10 metri, si può poi seguire lungo

gran parte del contorno del terrazzo più elevato, dove si vede talora a guisa di cornice sporgente, in modo da formare in certi casi dei veri *ripari sotto roccia (balme, semi-grotte)*.

Questo fenomeno si deve alla resistenza di fronte all'erosione del conglomerato fortemente cementato, nel mentre quello sciolto sottostante è facilmente asportato dalle varie azioni erosive. Conviene notare poi come non sia riuscito a trovare in alcuna località, fuorchè nella vallecola prima indicata, uno spaccato in cui si veda lo strato sabbioso ed argilloso, intorno alla origine del quale è difficile pronunciare un giudizio sicuro.

Dai caratteri fisici presentati dalle argille esse mi sembrano lacustri, ma non riuscii a rinvenire in esse alcun fossile, il quale fornisse la prova di una tale origine. Nessun resto vegetale determinabile, nessuna conchiglia di molluschi e nemmeno con un esame microscopico, riuscii a scorgere diatomee, alghe che si trovano in molte argille e fanghiglie lacustri. D'altro canto come si fa ad ammettere che quello strato, abbastanza potente, di materiali così sottili non si sia formato in acque tranquille e che perciò non si sia trattato di un vero lago? Non bastano infatti semplici allagamenti di un fiume a formare strati abbastanza continui e spessi di argille e fine sabbie. Ho insistito su questo concetto perchè mi sembra che ciò abbia importanza per spiegare la formazione dell'elevato terrazzo e per precisarne l'età geologica.

§ 58. *Età dei terrazzi del Torre*. — A proposito di questa devo avvertire come i giudizi dei geologi, i quali finora ebbero occasione di occuparsi di questo terrazzo, sono abbastanza disparati. In alcuni lavori del Taramelli (1) e nella sua carta geologica il terrazzo è considerato come pliocenico, mentre nella *Spiegazione alla carta geologica* (2) lo stesso autore sembra lo ritenga *quaternario*, quando accenna della probabilità che lo sbocco della vallata del Torre sia stato sbarrato dal lato sinistro del ghiacciaio del Tagliamento, e che contemporaneamente si sieno formate le alluvioni terrazzate di Tarcento. Il Tellini, (3), propende a ritenerlo *diluviale*, osservando che il conglomerato non ha subito spostamenti dopo la sua formazione e tanto meno l'effetto glaciale. Il Mariani (4) considera le alluvioni in parola *villafranchiane*, mentre

(1) Vedi per esempio TARAMELLI: *Dei terreni morenici ed alluvionali del Friuli*. « Annali del R. Ist. Tecnico di Udine », 1874, pag. 49.

(2) Op. cit., pag. 127.

(3) *Da Tarcento a Resia. Note Geologiche* « In Alto » 1891. Pag. 7.

(4) *Appunti sull'eocene e la creta nel Friuli orientale*. « Annali del R. Istituto Tecnico di Udine », 1892, pag. 7.

il Sacco (1) le ritiene *villafranchiane* per la parte conglomeratica, *diluviali* per il resto.

Evidentemente la questione dell'età da assegnarsi al terrazzo più elevato si collega con altra più importante, quella cioè dell'esistenza o meno di un ghiacciaio quaternario nella valle del Torre. Su questo argomento controverso, del quale già si occuparono altri studiosi, non ho ancora raccolti elementi sufficienti per una conclusione sicura, perciò esprimo, più come convinzione personale che come giudizio definitivo, l'idea che collima perfettamente con altre di quelle riferite, che si abbia da fare con alluvioni del *Diluvium* (probabilmente medio), di cui una parte formate per sbarramento glaciale. Così spiegherei la presenza delle fine argille lacustri prima ricordate. Nè credo che si possa infirmare quest'idea osservando la provenienza affatto locale, cioè dal solo bacino del Torre, del materiale formante l'alluvione, nella quale mancano ciottoli carnici. D'altro canto i grossi massi di calcare e dolomia, che si trovano qua e là sparsi e talora leggermente affioranti dalle alluvioni (vedi fig. 3), non richiedono speciali spiegazioni, data la vicinanza del pendio dei monti, ove non solo sono sviluppate tali rocce in posto, ma anche delle formazioni eoceniche col tipo del *flytsch*.

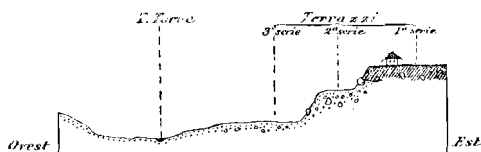


Fig. 3ª. — Profilo attraverso i terrazzi della sponda sinistra della valle del Torre, a monte di Tarcento. Scala 1 : 5,000.

Però, comunque ulteriori studi possano risolvere la questione dell'età, nella quale il Torre correva sul terrazzo più elevato, la serie dei terrazzi successivi è certamente del *Diluvium* più recente od *alluviale*. Anche in questo campo però prima di dare più precise indicazioni è opportuno studiare, analogamente a quanto ho fatto per la valle del Torre, lo sbocco di tutte le vicine vallate prealpine. Si presenta qui uno dei tanti casi nei quali uno studio isolato, non solo presenta difficoltà molto grandi, ma difficilmente conduce a delle buone conclusioni, mentre solo una diligente comparazione di fenomeni analoghi permette delle felici sintesi. È per questo che ritengo di avere per ora solo cominciato

(1) *Gli anfiteatri morenici del Veneto*. Estr. d. Annali della R. Accademia di Agricolt. di Torino. Torino, 1899, pagg. 34, 42 e carta geologica.

a raccogliere del materiale per un lavoro su tutti gli sbocchi delle valate prealpine della regione veneta.

IX. — ALPI TOLMEZZINE.

FENOMENI DI EROSIONE NEI GESSI DEI DINTORNI DEL MAURIA
E DI LORENZAGO.

§ 39. Premesse sulle due zone gessifere nella Carnia e nel Cadore.

— Da un pezzo è conosciuta l'esistenza in Friuli e nella provincia di Belluno di due zone, caratterizzate specialmente dalla presenza di *gesso*. Una prima e più antica spetta al Permiano, una seconda più recente al Trias superiore e più precisamente al Raibliano. Entrambe hanno notevole importanza geologica e spesso anche pratica, per l'utilizzazione dei gessi e delle acque solforose, che ad essi sono collegate: perciò furono oggetto di ricerche da parte di parecchi studiosi. Fra questi ricordo il Taramelli, che nella sua carta geologica della provincia di Belluno (1) e di quella di Udine (2) ne segnava l'estensione topografica con l'esattezza che poteva comportare la scala in cui tali carte sono costruite, e ne descriveva in parecchi scritti le condizioni litologiche e stratigrafiche. Alle memorie di tale geologo (3), rimando chi voglia conoscere le une e le altre in modo particolareggiato, qui basti dare alcune indicazioni molto sommarie.

I gessi tanto nella zona permiana, quanto in quella triasica si presentano in condizioni molto analoghe, ciò che spiega la confusione fra i due terreni fatta dai primi geologi (Stur, Fötterle, Hauer), i quali si occuparono della regione. Il gesso non è mai in grossi cristalli, ma per lo più a struttura granulare subcristallina, bianco, grigio o roseo (specialmente quello della zona raibliana), di rado puro, generalmente con mica, sabbia arenacea e calcarea sparsa nella sua massa. È costantemente compreso in lenti od amigdale, più o meno potenti, entro marne (screziate o cineree) ed è ovunque accompagnato dalla caratteristica *dolomia cariata*, che rappresenta (secondo il Taramelli) un calcare marnoso, in-

(1) *Carta geologica della provincia di Belluno* (scala 1 : 172,800), rilevata negli anni 1877-81, con annesse « Note illustrative ». (Pavia, 1883).

(2) *Carta geologica del Friuli* (scala 1 : 200,000), rilevata negli anni 1867-74, pubblicata nell'anno 1881, con annessa « Spiegazione ». (Pavia, 1881).

(3) Vedi specialmente i due volumi descrittivi ora citati, che accompagnano le carte geologiche.

franto, risaldata con calcare magnesiaco e poscia corrosa dalle acque sotterranee.

I gessi permiani sono specialmente diffusi nelle alte vallate carniche (Canale di Ligosullo, Valcalda, Canale di S. Canziano, bacino di Sauris) e nel Cadore (regione fra Lorenzago e Pieve) e Comelico (regione fra Auronzo e Padola), formando una zona quasi continua, sdoppiata e diramata verso occidente. Le formazioni gessifere raibliane si estendono pure lungo una zona raramente interrotta e sensibilmente parallela alla precedente, la quale percorre la valle principale della Carnia (Canale di Socchieve, di Ampezzo e Forni) fino alla sua origine (Sella del Mauria) ed assume nuovamente considerevole sviluppo nei pressi di Longarone. Conviene notare però come oltrechè nelle regioni accennate, anche altrove si osservino sporicamente rappresentati i terreni gessiferi accennati, nelle provincie di Belluno e di Udine, ma in tali casi essi assumono ben minore sviluppo.

La presenza di questi gessi non era stata finora considerata dal punto di vista morfologico, tranne che da me, ed in modo assai incompleto, specialmente a proposito di alcune cavità doliniformi osservate nel 1897 nel Canale di Ligosullo (§ 31) e di altri fenomeni di tipo carsico esaminati pure in quell'anno, nei terrazzi alluvionali della Valle del Tagliamento (§ 33) (1). Le mie osservazioni, allora soverchiamente limitate, avevano impedito che mi formassi una chiara idea dell'importanza presentata dai gessi del sottosuolo, dal punto di vista della conformazione esterna delle Alpi Orientali e perciò, come già accennai altrove, credetti conveniente di istituire analoghe e più minute ricerche, specialmente alle regioni ove sapevo più diffusi i gessi e nelle quali potevo presumere di ritrovare nuovi ed importanti fenomeni morfologici di quella natura. Della esistenza di questi potei spesso trarre indizio dal semplice esame delle « tavolette » del nostro Istituto Geografico Militare, nelle quali talora sono segnate chiaramente od almeno accennate dall'andamento delle curve di livello, anche piccole cavità superficiali, conche lacustri, ecc. Le mie osservazioni furono dirette specialmente a regioni esterne all'area carnica e di esse si parlerà in altri capitoli, ma furono iniziate nella regione che si trova fra la sella del Mauria e Lorenzago, e che spetta, come è noto, alla parte più occidentale delle Alpi Tolmezzine o del Tagliamento.

(1) A dir vero già nel 1894 io indicava l'esistenza di doline nei gessi dei dintorni di L'emonzo, ma solo incidentalmente ed in modo sfuggente. Vedi il mio articolo: *Uno studio sui fenomeni carsici del prof. Cuvjè*, pubblicato nell'« In Alto » del 1894, alla pag. 7, nota 1 dell'estratto.

Di queste rendo brevemente conto nei seguenti paragrafi.

§ 60. — *Dintorni del Passo di Mauria*. — Per la sella del Mauria e per la regione posta immediatamente a nord, passa, come ho indicato, la zona gessifera raibliana, la quale ha ampio sviluppo anche nella sottostante valle del Tagliamento. Nell'ultimo tratto di questa valle, che ha origine appunto sotto il passo di Mauria, anche non lungi dalla strada che a questo conduce da Forni di Sopra, è facile osservare qua e là, delle piccole cavità doliniformi, nei pendii non molto inclinati di quelle montagne, ricoperte in generale da prati e boschi d'abeti. Nelle vicinanze però del passo e specialmente verso la regione detta Val dei Ravi, simili cavità non sono più isolate e sporadicamente disposte, ma il suolo, talora per tratti considerevoli, è addirittura foracchiato da simili doline, le quali presentano tutte le forme e dimensioni immaginabili. Sono però in generale piccole, irregolarmente circolari e come slabbrate da un lato nei pendii relativamente ripidi, più grandi in quelli pianeggianti. La maggior parte però non hanno una dimensione superiore ai 2 o 3 m. ed una profondità poco diversa dalla larghezza. Perciò, nel complesso, presentano forma di imbuto. Qualche volta sono isolate, ma più spesso raggruppate, ovvero subordinate le une alle altre, cioè le piccole scavate nelle pareti delle più grandi. In tal modo ne risultano delle cavità multiple e perciò irregolari e relativamente grandi.

Nei dossi leggermente ondulati, i quali si stendono fra 1350 e 1450 m. sul mare, a nord della Val dei Ravi ora ricordata, il numero delle doline è più che mai notevole ed esse sono così addossate e fuse le une alle altre, che ne risulta un tratto di superficie molto analoga, morfologicamente alle vere regioni carsiche. Il paesaggio però differisce notevolmente in causa del ricco manto di prati, sparsi di gruppi di abeti e larici, ricoprenti tutta la regione, compreso il fondo delle doline. Queste si trovano segnate anche nella carta topografica, ma del tutto convenzionalmente e tenendo conto soltanto di alcune fra le maggiori. Del resto non se ne deve fare soverchio carico al rilevatore, poichè, per rappresentare esattamente un simile tratto di suolo, converrebbe usare di una scala grandissima, cioè almeno del 1000 ed impiegare un tempo lunghissimo per il rilievo. Nè una simile carta potrebbe certamente aver interesse pratico, ma solo scientifico, come *specimen* di una particolare struttura morfologica della superficie terrestre. Nella mancanza di simile lavoro, che non ebbi agio nè mezzi di compiere io stesso, mi limito a dare altre poche indicazioni sugli interessanti fenomeni osservati.

Ho già accennato alla complicazione delle doline, per la quale gli imbuti minori sono spesso sui pendii di maggiori e questi alla lor volta

dipendono da cavità ancora più grandi; come conseguenza di tale stato di cose abbiamo che una regione estesa complessivamente circa 1/4 di chilometro quadrato è completamente chiusa sotto l'aspetto morfologico. Evidentemente le acque, le quali si raccolgono in tali cavità, devono trovare uno scolo sotterraneo. Però, a proposito di questo, conviene badare anzitutto alla conformazione del fondo delle doline. La maggior parte presentano il fondo erboso, tutto al più occupato da piante che amano l'umidità, raramente nudo o paludoso. Sono andato ad esaminare attentamente i pochi casi in cui il fondo era nudo, almeno da un lato, e mi sono sempre trovato in presenza di cavità asimmetriche, nelle quali una delle pareti più ripida era costituita da gesso. Sotto la parete di gesso in ogni caso osservai un ingombro di frammenti della stessa roccia, che dovevano evidentemente ricoprire una cavità formata a guisa di grotta, al cui funzione idrografica è facilmente interpretata. Essa infatti serviva e serve a smaltire le acque meteoriche, che la dolina raccoglie e ad esportare i prodotti di erosione. Le poche doline, poi, che mostrano la parete nuda, ci mettono facilmente sulla strada per spiegare l'origine delle altre cavità più o meno asimmetriche, che si osservano nella regione, le quali, per essere ricoperte da terriccio e da vegetazione, nascondono completamente la natura della roccia nella quale sono scavate. Abbiamo però evidentemente, tanto nell'uno quanto nell'altro caso, da fare con fenomeni di erosione intervenuti nei gessi intercalati nelle marne raibliane. I gessi servirono come aree d'attrazione per le acque superficiali, che trovarono facile scolo per le fessure, man mano ingrandite in grotte, in essi scavate e conseguentemente si formarono un grandissimo numero di minuscoli bacini idrografici indipendenti, ognuno dei quali corrisponde ad una dolina. La esattezza di questa spiegazione risulta comprovata anche da un'altra circostanza che potei osservare in qualche caso. Tra le marne raibliane i gessi talora si manifestano anche orograficamente, sotto forma di piccoli scogli isolati; orbene, parecchi di questi appaiono come circondati da una *corona* di doline, con la parete interna assai più ripida dell'esterna. L'ammasso di gesso servì in questo caso evidentemente come centro di attrazione alle acque e conseguentemente alla formazione di un gruppo di doline in serie anulare. La spiegazione qui offerta è appropriata specialmente per le doline di forma irregolare, le quali sono, del resto, numerosissime nella regione di cui si tratta. Per quelle di forma simmetrica si può talora pensare ad erosioni sotterranee ed a conseguenti sprofondamenti, ma più spesso, credo, basta tener conto dell'alto strato di terriccio vegetale, che ricopre il sottosuolo, per spiegare una simile circostanza. Alcune doline, poi, presen-

tano una piccola zona acquitrinosa nel fondo, ciò che evidentemente è conseguenza del fatto che i meati o le grotte del suolo sono insufficienti a smaltire, in certe circostanze, le acque che vi si raccolgono, o perchè troppo stretti o perchè ostruiti da materie estranee.

Nella zona, poi, di bassi monti, stendentisi a nord del Mauria, ci sono alcune aree occupate da prati acquitrinosi, talora vere *paludi*, le quali rappresentano probabilmente stadî estremi d'esistenza di piccoli *laghi*. Nella carta topografica sono segnate anzi come laghi quattro di tali conche, che io ho esaminate l'11 agosto 1899. Una prima è il così detto *Palù di Stabie*, il quale, quando fu da me visitato, era ridotto a poco più di un prato acquitrinoso, con qualche *Carex* (?) ed *Eriophorum angustifolium*, non rimanendo che in un solo tratto, di pochi mq., un po' d'acqua. Questo ripiano si trova a m. 1382; pochi metri più in alto se ne osserva un altro assai analogo percorso da un ruscello dalle acque brune torbose. Tale ruscello, dovuto ad una sorgente, che affiora al margine occidentale della conca, finisce, verso il *Palù* precedente, in una specie di dolina riempita di acqua fangosa e vegetazione erbacea.

Uno stadio un po' meno avanzato del processo di distruzione di un lago, è rappresentato dalla paludella di *Stizzinoi*. In essa appena metà della superficie segnata sulla carta topografica (kmq. 0,004), era occupata da acqua, ovunque pochissimo profonda, talchè si vedeva sempre il fondo rivestito specialmente da caracee, le cui fronde superiori aggruppate giungevano qua e là alla superficie, a guisa di isole, apparentemente galleggianti. Intorno alla regione tenuta dall'acqua, e presentante una forma allungata e come sdoppiata in due bacini, si osservava una zona periferica, ampia pochi metri, formata specialmente da *Carex rostrata*, *Sphagnum* sp., *Eriophorum angustifolium*, *Lithrum salicaria* ed altre piante palustri.

Il laghetto si trova a 1369 m., è alimentato da una piccola sorgente, che sgorga, pochi metri sopra il lago, a nord est di esso; ha un emissario verso occidente, che conduce le acque verso il Rio Mauria. Non so però se le acque raggiungono superficialmente questo corso d'acqua, affluente del Piave, ovvero si perdono in qualcuna delle numerose cavità dei gessi. Distratto infatti da altre osservazioni, trascurai di verificare la cosa; come pure di esaminare di nuovo quella regione poco inclinata, la quale si estende dallo spartiacque del Mauria verso le case Mieron, dove rammento di aver osservato, alcuni anni or sono, un certo sviluppo di formazioni moreniche e qualche cavità, nei tratti laterali, dove affiorano i gessi.

Tanto nel caso ora indicato, che in quello dei *palù* di Stabie non

si può fare a meno di pensare, che le cavità occupate dalle acque o dai campicelli torbosi, non abbiano origine analoga a quella delle doline precedentemente descritte, da alcune delle quali differiscono soltanto per essere alimentate da sorgenti. L'esistenza di queste e l'ostruzione od insufficienza dei canali di scolo sotterraneo, spiegano la formazione di raccolte d'acqua più o meno permanenti. Però, nel caso dei *palù* di Stabie e di quello di Stizzinoi, non è sicuro che tale scolo avvenga sotterraneamente attraverso i gessi, poichè in entrambi i casi una parte della conca è circondata da calcari, che potrebbero presentare condizioni idrografiche analoghe.

Lo stesso va detto per quella conca, rappresentata come lago nelle tavolette, che si trova a N.E. del monte Stizzinoi, a m. 1467 (a.) e quella presso i fenili Mezzorazzo a m. 1466 (a.) le quali io ritrovai perfettamente asciutte. Nella prima osservai verso occidente, una specie di dolina ove devono affondarsi le acque sovrabbondanti. Va notato però, come in questi due casi ci si trovi fuori della zona raibliana gessifera. Questa infatti assottigliandosi prosegue lungo i fianchi dei varî contrafforti, che dal monte Cridola scendono verso il Piave, assumendo nuovamente un considerevole sviluppo nella valle di quel fiume, presso Perarolo. Non seguii tale zona raibliana e perciò non posso dire se presenti caratteri geologici e fenomeni morfologici analoghi a quelli della sella del Mauria, ma non mi farebbe meraviglia, che alla presenza di gessi si dovesse, per esempio, l'esistenza L. Piduel, che si trova segnato sulla tavoletta « Pieve di Cadore », sul lato sinistro della Valle Talagona, che sbocca nel Piave sotto Vallesella. Secondo la carta predetta il lago Piduel si troverebbe a 1301 m. sul mare ed avrebbe una superficie di soli 0.004 kmq. Rammento anche come nel tratto della valle del Tagliamento, che si estende fra Ampezzo ed il Mauria, lungo la quale decorre la solita zona raibliana, sieno adombrati nella carta topografica ed abbia io stesso ricordo di aver visto anni addietro, alla sfuggita, alcuni fenomeni di cavità, che si possono più o meno direttamente connettere con la presenza dei gessi. Mi pare poi opportuno richiamare nuovamente l'attenzione sopra i fenomeni, da me altra volta descritti (§ 33), del Canale di Socchieve, unicamente per far notare come sia conveniente, per spiegare l'origine loro, dare più importanza, di quanto io abbia allora fatto, alla presenza dei gessi. A proposito delle buche, dei crepacci e delle altre particolarità dei terrazzi alluvionali della Valle del Tagliamento, che credo per la massima parte causati piuttosto per erosione diretta, che per quella indiretta, avvenuta nei gessi del sotto-suolo, rammento, come fossero oggetto di ricerca e di illustrazione anche da parte del sig. Alfredo Lazzarini, il quale, in un articolo pubblicato

nel periodico « In Alto » pel 1899 (1) rilevò parecchi nuovi particolari del fenomeno, i quali però aggiungono ben pochi elementi per una maggior conoscenza della sua genesi (2).

§ 61. *Dintorni di Lorenzago.* — Non molto lontana dalla zona gessifera raibliana, si trova, nei pressi di Lorenzago, quella permiana, che circonda la notevole area, occupata dalle *arenarie di Valgardena* (Grödener-Sandstein), affioranti nella valle del torrente Piova. I terreni permiani che, lungo il pendio dei monti e nel fondo della valle, si trovano alla superficie, nella regione terrazzata, sulla quale si stendono i paesi dell'Oltrepiove (Lorenzago, Laggio, Vigo, Pelos), sono ricoperti da alluvioni preglaciali cementate e da morene.

Lungo la dorsale intercedente fra la valle Mauria e quella del torrente Piova, subito ad oriente di Lorenzago, dove invece i terreni gessiferi sono superficiali, osservai, fra i 920 ed i 960 m. d'altezza, un interessante gruppo di cavità imbutiformi, che mi sembra opportuno descrivere brevemente, accompagnando la descrizione con uno schizzo, preso in gran parte a vista (fig. 4).

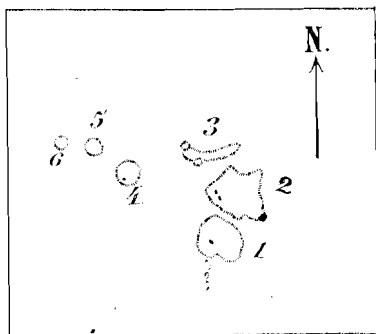


FIG. 4^a. — Gruppo di cavità d'erosione presso Lorenzago. Scala 1 : 10,000.

I numeri trovano riscontro nel testo. Sono tratteggiati i contorni delle cavità; sono segnate in nero le grotte assorbenti scavate nei gessi.

Due sono le cavità più importanti, quelle cioè segnate col n. 1 e col n. 2. La prima, di forma non troppo regolare, presenta verso occidente una parete più ripida, formata di gesso, mentre dagli altri lati è mediocrementemente inclinata. Ha un diametro di circa 50 m. ed una profondità di 16 m. (a.). Nel fondo si osserva, scavata nel gesso, una grotta, a bocca bassa ed allungata, che sembra penetrabile soltanto per pochi metri, essendo in parte ostruita da materiali di franamento. Questa grotta serve evidentemente ad assorbire le acque che, nelle piogge, devono raccogliersi nella cavità, della

(1) *Alcuni fenomeni carsici nei dintorni di Socchieve.* « In Alto » anno X, N. 1-3.

(2) L'articolo del LAZZARINI, non ostante la scarsa precisione di alcune descrizioni e figure e la nomenclatura talora un po' impropria, 'è interessante per la conoscenza delle singolari forme, che si osservano in questi terrazzi alluvionali, sopportati dalle formazioni gessifere. Vedremo ripetersi fenomeni simili anche altrove, in circostanze analoghe.

quale l'origine è evidente. Dietro la parete gessosa, si osservano due o tre piccole cavità allungate, le quali forse accennano alla direzione secondo la quale prosegue sotterraneamente la grotta.

Analoga alla precedente è la vicina cavità, indicata col n. 2: presenta però una forma alquanto più irregolare, maggiore diametro e profondità (m. 24 a), e nel fondo, sotto la rupe gessosa, due piccole grotte, delle quali una completamente ostruita, l'altra quasi.

A nord della precedente, si trova una terza cavità a forma allungata, la quale termina con due piccole doline, disposte, una appresso dell'altra.

La cavità n. 4 è a forma di piatto, regolare, con fondo piano, ha un diametro di una ventina di metri, una profondità di 4-5, è tutta ricoperta di erba, con qualche albero. Nel fondo si osserva una pozzetta, la quale rappresenta il punto in cui vengono assorbite le acque.

Le doline 5 e 6 sono di dimensioni ed importanza ancora minore di quella ultimamente indicata.

Conviene osservare che, oltre al gruppo di doline qui considerato, nei pressi di Lorenzago ne esistono altre, isolate o no (fra le quali una presso le case di Villa Piccola), sempre collegate con la presenza dei gessi (1). Localmente prendono il nome di *ciare* ovvero quello di *buse* e per qualcuna si aggiunge la designazione: *delle agane* (una specie di fate) (2).

Però, oltre a questi fenomeni, i quali interessano direttamente la superficie dei gessi, nelle vicinanze di Lorenzago, se ne osservano altri da essi dipendenti, ma riguardanti i terreni, che li ricoprono. Alcune poche cavità, scarsamente profonde e più o meno irregolari, si trovano fra le coltivazioni, in una regione, probabilmente morenica, poco ad occidente del paese. Verso il Piave poi, sono degni di nota i così detti *landri* (3) *da Vado*, i quali consistono in alcune fessure, semi-grotte (ripari sotto roccia) e grotte, che si osservano nel conglomerato pregla-

(1) Nello stesso Oltrepieve, ma in territorio non spettante a Lorenzago, credo si trovino pure fenomeni di cavità analoghe a quelle ora descritte. Di una di queste cavità, vicina a Laggio, trovo un cenno in RONZON: *Da Pelmo a Peralba. Almanacco Cadorino*. Anno II, 1874, pag. 132.

(2) Vedi RONZON: *Almanacco Cadorino*. Anno III, 1875, pag. 195.

(3) Quanto alla nomenclatura locale (veneto-ladina), è da notarsi che denominazioni analoghe, cioè *landris* (antri) e *busis des aganis* (buche delle agane), per cavità o grotte, si riscontrano anche in Friuli. Vedi: TELLENTI: *Peregrinazioni speleologiche nel Friuli*. Estr. dal « In Alto », 1898-1899. LORENZI, *Termini dialettali di fenomeni carsici raccolti in Friuli*. « Pagine Friulane » Anno XIII^o, n. 3. Udine 1900.

ziale terrazzato, che si trova presso la C. Vado. Sono conseguenze di una complessa fratturazione del compatto conglomerato, dovuta probabilmente a mancanza di appoggio da parte del loro sostegno. Sembra che questo sia costituito dalle marne gessifere; credo però si possa dubitare che accanto alla erosione chimica nei gessi, a rendere instabile tale sopporto e quindi a produrre i dislocamenti del conglomerato, sia intervenuta anche l'azione diretta meccanica del Piave, il quale corre ai piedi del terrazzo di Vado e può averne scalzato la base. Comunque sia, i frammenti più o meno irregolari del conglomerato furono soggetti a spostamenti tali, che le fessure intermedie si sono allargate e variamente complicate, in modo da formare talora delle vere grotte. Qui abbiamo da fare con fenomeni abbastanza analoghi a quelli del Canale di Socchieve, dei quali feci cenno nel capitolo precedente.

(continua)