

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI
UFFICIO IDROGRAFICO DEL R. MAGISTRATO ALLE ACQUE
SEZIONE GEOLOGICA

NOTE ILLUSTRATIVE
DELLA
CARTA GEOLOGICA DELLE TRE VENEZIE

FOGLIO "UDINE",
DI
EGIDIO FERUGLIO



PADOVA
Società Cooperativa Tipografica
1929

I. - INTRODUZIONE

1. Orografia.

L'area compresa nel foglio di « Udine » della Carta d'Italia al 100.000 si divide orograficamente in tre regioni: l'arco prealpino, l'anfiteatro morenico del Tagliamento e la pianura.

L'*arco prealpino* si stende in larga fascia lungo il margine settentrionale e orientale del foglio, presentandosi maggiormente ristretto in corrispondenza alla valle trasversale del Tagliamento, che lo divide in due ali: le Prealpi Carniche a ponente e le Prealpi Giulie a levante. L'arco prealpino si suddivide in tre distinte zone, che si succedono da nord a sud declinando nel complesso verso il piano. La zona interna o *montana*, consta d'una serie di catene diritte e orientate da ovest a est, con le creste sottili e quasi continue elevantisi a un'altitudine media di 1400-1800 m. (elevazione massima nella catena del Musi, 1875 m.) e che si affacciano alla pianura in forma di elevate muraglie.

Da questa zona si scende, per mezzo di un alto e ripido pendio, alla *zona submontana* o *carsica*,

costituita da una serie di ampi dossi od altipiani elevantisi ad un'altitudine media di 800-1000 m. e che si susseguono l'uno all'altro descrivendo un ampio arco largamente interrotto allo sbocco in pianura del Tagliamento.

Questa serie di rilievi è preceduta verso il piano da una cimosa di colli, generalmente poco estesa e variamente frastagliata, alti da 150 a 500 m. s. m. e che costituiscono la *zona pedemontana*. Di questa zona fanno parte pure i due gruppi collinosi di Rosazzo e di Buttrio, che sorgono isolati nel piano ai due lati del Natisone.

L'*anfiteatro morenico* si stende a semicerchio allo sbocco del Tagliamento nella pianura e si compone d'una serie di cordoni concentrici che raggiungono la loro massima elevazione nella cerchia esterna (colle di Moruzzo, 270 m.). Nell'anfiteatro sono poi inclusi alcuni rilievi di rocce terziarie, che emergono dalla copertura dei terreni di trasporto glaciale.

La pianura è costituita nella sua totalità da depositi di accumulazione fluvioglaciale e alluvionale disposti in piatte conoidi declinanti verso sud e incise a gradini o terrazzi lungo i fiumi e torrenti. Dal piano attuale sorgono poi alcuni terrazzi isolati, che rappresentano i resti d'un più antico ed elevato piano alluvionale, ampiamente abraso e ridotto a piccoli lembi dall'erosione dei corsi d'acqua.

2. Precedenti studi sulla Regione.

L'esplorazione geologica della regione in esame è cominciata verso la metà del secolo passato con gli studi di GIULIO ANDREA PIRONA e dei geologi austriaci FOETTERLE e STUR ⁽¹⁾. La prima descrizione geologica, con schizzo al 300.000 dell'intero Friuli, uscì per opera del PIRONA nel 1861 ⁽²⁾, seguita alla distanza di alcuni anni dalla carta geologica al 576.000 di F. von HAUER ⁽³⁾ e quindi da una nuova e più compiuta descrizione dello stesso PIRONA ⁽⁴⁾. Dal 1866 al 1877 la regione fu percorsa e studiata con più dettaglio da TORQUATO TARAMELLI, che ha esposto i risultati delle sue ricerche in una serie di monografie tuttora fondamentali per la conoscenza geologica del Friuli e che furono riassunte dallo

⁽¹⁾ Per la bibliografia completa si veda: GORTANI M. *Bibliografia geologica ragionata del Friuli (1737 - 1905)* - Boll. Soc. geol. it., XXV, 1906. - ID. *L'esplorazione geologica del Friuli* - Ibid., XLV, 1926 (con appendice bibliografica).

⁽²⁾ PIRONA G. A. *Cenni geognostici sul Friuli* - Ann. Assoc. agr. friul., IV, 1861.

⁽³⁾ v. HAUER F. *Geologische Uebersichtskarte der Oesterreichischen Monarchie, Bl. VI, Oestliche Alpenländer*. Wien, 1868.

⁽⁴⁾ PIRONA G. A. *La provincia di Udine sotto l'aspetto storico-naturale* - Cron. R. Liceo Stellini pel 1875-76, Udine, 1877.

stesso autore nella carta geologica del Friuli al 200.000 e nelle annesse note illustrative ⁽¹⁾.

Fra il 1880 e il principio di questo secolo, la regione è stata oggetto di alcuni studi del MARINONI, del TOMMASI, del MARIANI e del TELLINI. Nel 1902 uscì la descrizione geologica dei dintorni di Tarcento, con carta al 100.000, di O. MARINELLI ⁽²⁾, lavoro fondamentale per la conoscenza della costituzione e struttura della regione prealpina. Gli studi più recenti sono stati rivolti all'illustrazione di singoli complessi stratigrafici, come la monografia del DAINELLI ⁽³⁾ sull'Eocene, del FABIANI ⁽⁴⁾ pure sull'Eocene e dello STEFANINI ⁽⁵⁾ sul Miocene.

Allo studio del Quaternario, considerato anche nell'aspetto geoagronomico, si sono poi dedicati in modo particolare A. TELLINI, D. e G. FERUGLIO, G. B. DE GASPERI e lo scrivente ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ TARAMELLI T. *Spiegazione della Carta geologica del Friuli* (con carta al 200.000). - Udine e Pavia, 1881.

⁽²⁾ MARINELLI O. *Descrizione geologica dei dintorni di Tarcento in Friuli* - Pubbl. R. Istit. studi superiori Firenze, 1902.

⁽³⁾ DAINELLI G. *L' Eocene Friulano* - Monografia geologica e paleontologica. Firenze, 1915.

⁽⁴⁾ FABIANI R. *Il Paleogene Veneto* - Mem. Ist. geol. Univ. Padova, III, 1915.

⁽⁵⁾ STEFANINI G. *Il Neogene Veneto* - Ibid.

⁽⁶⁾ TELLINI A. *Carta geol. agraria del podere d'istruzione del R. Istituto Tecnico di Udine preceduta dalla Descr-*

Nell'ultimo trentennio ebbero poi largo impulso le indagini sulle acque sotterranee della pianura (TELLINI, LORENZI) e lo studio dei fenomeni carsici delle Prealpi, promosso dal Circolo Speleologico Friulano e i cui risultati si trovano esposti nelle venti annate della rivista *Mondo Sotterraneo* e compendiate nella monografia del DE GASPERI sulle grotte e voragini del Friuli ⁽¹⁾.

La costituzione e struttura delle Prealpi furono oggetto di due recenti studi sintetici del DAINELLI ⁽²⁾ e dello scrivente ⁽³⁾.

zione geologica della tavoletta topografica di Udine - Bull. Ass. Agr. friul., 1900.

FERUGLIO D. e G. *Contributo allo studio delle Carte agronomiche in Friuli preceduto dalla Descrizione geologica della tav. « Tricesimo »*. Ibid., 1907. - DE GASPERI G. B., FERUGLIO D. e altri. *I dintorni di Cividale del Friuli. Studio geoagronomico*. Ibid., 1909. - FERUGLIO E. *I terrazzi della pianura pedemorenica friulana*. Pubbl. N. 67 dell' Uff. Idr. del R. Mag. alle Acque. Venezia, 1921. - FERUGLIO D. e E. *La zona delle risorgive del Basso Friuli fra Tagliamento e Torre* - Ann. R. Stazione chimico-agr. Udine, 1925.

⁽¹⁾ DE GASPERI G. B. *Grotte e voragini del Friuli* - Mem. geogr., n. 30. Firenze, 1916.

⁽²⁾ DAINELLI G. *La struttura delle Prealpi Friulane* - Firenze, 1921.

⁽³⁾ FERUGLIO E. *Le Prealpi fra l' Isonzo e l' Arzino. (Descrizione geologica)* - Bull. Assoc. agr. friul. Udine, 1925.

II. - LA SERIE DEI TERRENI

I. MESOZOICO

1. *Trias superiore.*

a) *Carnico.* I più antichi terreni affioranti nell'ambito del foglio Udine sono costituiti da dolomie compatte, ceroidi o semicristalline, di color bianco, o leggermente roseo, generalmente assai friabili e disposte in grossi banchi a stratificazione mal distinta e con numerose superfici speculari di frizione. Finora non hanno fornito resti fossili e la loro attribuzione al Carnico è fatta in base alla loro situazione sotto la Dolomia principale (Norico), alla quale fanno passaggio graduale e quasi insensibile. Potenza complessiva fino a 400 m. Affiorano in strette fasce nella zona montana, in corrispondenza ai nuclei delle anticlinali. Per la loro facile erodibilità, danno origine a pendii nudi e franosi, che spiccano da lontano pel loro colore bianco di neve.

b) *Norico.* Questo piano è rappresentato dalla potente formazione della Dolomia principale, costituita da una pila di strati, per solito ben distinti, di dolomie e calcari dolomitici compatti, ceroidi e semicristallini, bianchi e bianco-grigi, d'uno spessore massimo di quasi 2000 m. Un pò sotto il mezzo

del suo spessore, s'intercala un livello di dolomie brune, bituminose, in parte a strati sottili e contorti, che racchiude strati e lenti di scisto bituminoso e di *boghead* bruno - scuro, compatto e a frattura concoide. Appena sopra questo livello, nelle Prealpi Giulie si stende un orizzonte fossilifero con forme caratteristiche del Norico, quali *Gervillia exilis*, *Myophoria vestita*, *Megalodon gümbeli* e *Worthenia solitaria*, e resti di Alghe calcaree (*Gyroporella*). La parte superiore del complesso è generalmente costituita da dolomie saccaroidi, bianche, con resti di Megalodonti.

c) *Retico.* Sopra le dolomie saccaroidi giacciono degli strati di calcare bianco e grigio - chiaro, compatto, ceroidi e semicristallino, a numerosi resti di Megalodonti, per lo più bene distinti e con sottili intercalazioni marnose verdognole. Questa serie di strati, equivalenti per la facies al calcare del Dachstein, ha spessore assai variabile e che può raggiungere i 400 m. In linea generale la serie diminuisce di potenza da nord verso sud, come pure da est verso ovest, avendo il suo massimo sviluppo in corrispondenza alle Alpi Giulie e sostituendosi alla Dolomia nella sua parte superiore. Per tale motivo, non può considerarsi come un orizzonte stratigrafico ben definito. In ogni modo, nell'ambito del foglio Udine, per la sua posizione al sommo della Dolomia principale e alla base del Lias inferiore - medio (accertato con fossili presso Ucea e nella catena del

Ciampòn), il calcare del Dachstein comprende sicuramente gli equivalenti del piano Retico, costituendo una zona di transizione fra la Dolomia principale ed il Lias.

2. Giurese.

a) *Giurese inferiore (Lias)*. Il calcare del Dachstein assume nella sua parte superiore una struttura minutamente oolitica, alternando, talvolta nello spessore d'uno stesso strato, con calcari bianchi, compatti e ceroidi, spesso alquanto dolomitici. La stratificazione è di solito ben distinta e resa più evidente da sottili interstrati marnosi verdognoli. Qua e là vi s'intercala qualche grosso banco a carattere di scogliera. Nel versante settentrionale del Ciampòn, sopra la casera Scriz, gli strati superiori di calcare oolitico contengono una faunetta a piccoli Lamellibranchi (*Anomia* cf. *nuda*, *Placunopsis alpina*, *Ostrea anomala*) e Gastropodi (*Climacina mariae*, *Cl. chaterinae*, *Chemnitzia* e *Procerithium* cf. *potamidulum*) con forme comuni con il Lias inferiore dell'Appennino centrale e della Sicilia.

Nella catena del Ciampòn e in quella dei monti Chila e Banèra, sopra Ucea, ricoprono i calcari oolitici testè descritti degli strati di calcare bianco, grigio e roseo, zeppi di articoli di Crinoidi e contenenti una piccola fauna costituita in prevalenza da Brachiopodi (*Spiriferina alpina*, *Sp. brevirostris*, *Sp.*

rostrata, *Sp. gryphoidea*, *Sp. obtusa*, *Rhynchonella palmata*, *Rh. de lottoi*, *Rh. plicatissima*, *Terebraiula punctata*, *T. aspasia*, *T. chryssilla*, *Waldheimia alpina*, *W. oxygonia*), piccoli Lamellibranchi (*Anomia striatula*, *Pecten hehlii*, *P. megalotus*, *P. ponzii*), oltre a qualche Gastropodo, rare Ammoniti e resti di Belemniti. La fauna ha grandi affinità con quella di Hierlatz (parte sup. del Lias inferiore) e con quelle mesoliasiche del Feltrino e delle Tranze di Sospirolo nel Bellunese.

Ai calcari a Crinoidi succedono dei calcari compatti in parte selciferi, bianchi o variegati di rosso, violaceo e grigio-verde ad Ucea, riferibili per la loro posizione stratigrafica alla parte superiore del Lias medio ed al Lias superiore e corrispondenti in parte, con ogni verosimiglianza, al Rosso ammonitico lombardo.

b) *Giurese medio (Dogger)*. Questo piano è rappresentato da una potente serie di calcari per lo più a distinta struttura oolitica, ed in parte omogenei, ceroidi e dolomitici, che al monte San Simeone racchiudono la *Posydonomia alpina*. All'esame microscopico risultano contenere resti di Alghe calcaree, di Foraminiferi ed Echinodermi. I calcari oolitici probabilmente invadono verso l'alto anche la parte inferiore del Giurese superiore.

c) *Giurese superiore (Malm)*. Fanno sèguito con graduale passaggio calcari con resti di Coralli,

Idrozoi e Crinoidi (*Millericrinus* e *Pentacrinus*), coperti da calcari selciferi e riferibili nel loro assieme ai sottopiani inferiori del Malm (Calloviano ed Oxfordiano). Sopra questi materiali, nella catena del Ciampòn - Postoucic, in quella del Plàuris e al San Simeone, si stende un livello assai caratteristico e ben definito, costituito da un calcare brecciato di scogliera, talora interamente gremito di fossili, fra cui *Chaetetes forojuliensis*, e con prevalenza di Lamellibranchi (*Ostrea hastellata*, *Corbicella greppini*, *Brachycardia kobyi*) appartenenti alle faune di scogliera del Rauraciano medio - superiore (Sequaniense) del Giura bernese. Alla base o immediatamente soprastanti al descritto orizzonte, si hanno dei calcari marnosi e mandorlati rossi con Ammoniti (*Lytoceras*, *Phylloceras* e *Perisphinctes*) ed Aptici, spettanti alla zona ad *Aspidoceras acanthicum* (Sequaniense - Kimeridgiano); e sopra di essi, per uno spessore di alcune decine di metri, calcari compatti, scheggiosi, con arnioni e straterelli di selce (costituita in gran parte da scheletri di Radiolari), per lo più a strati sottili, separati da fogliettature marnose, e varicolori (biancastri, giallicci e più sovente bianco-rosei e rossi). Questi calcari selciferi superiori si stendono probabilmente ad occupare i sottopiani inferiori del Cretaceo, risultando così equivalenti del Titonico rosso e del Biancone del Veneto.

Giurese con facies prevalente di scogliera. La successione sopra esposta, caratterizzata da un'al-

ternanza di depositi neritici d'alto mare e in parte di scogliera (calcari oolitici, calcari a Crinoidi, Coralli e Idrozoi) con depositi di mare relativamente profondo (batiali), rappresentati generalmente da calcari selciferi, è particolarmente sviluppata nella zona montana. Nella catena del monte Corno, sulla destra del Tagliamento, e nell'ellissoide dell'Arzino, il sistema giurese si presenta nella sua parte superiore con carattere spiccato di scogliera, essendo costituito da calcari, in parte selciferi, a resti male conservati di Zoantari, Idrozoi e Briozoi. Il Giurese superiore, a facies coralligena, ricompare nel nucleo dell'anticlinale della Bernàdia (valle del Cornappo), dove consta di calcari grigi compatti con Coralli, *Diceras*, *Lucina*, *Corbis episcopalis*, *Tylostoma*, *Itieria* cf. *austriaca*, *Nerinea* e *Cerithium* cf. *calamophorum*.

Nei monti Ljubja e Mja (Natisone), ai calcari con resti di Crinoidi ed oolitici del Giurese inferiore-medio, fanno sèguito dei calcari a strati sottili, prevalentemente biancastri e compatti, con noduli e liste di selce, privi di fossili ed equivalenti ai calcari di Volzana della valle dell'Isonzo. Questo complesso si stende ad occupare, oltre al Giurese superiore, pure parte del Cretaceo, senza possibilità di suddivisioni stratigrafiche e di un'esatta delimitazione cronologica così inferiormente come superiormente.

Nella regione in esame, il sistema giurese è costituito da una serie continua e concordante di strati,

che passano senza limite preciso al Triasico verso il basso e al Cretaceo verso l'alto. La separazione dei vari piani e sottopiani, causa la scarsità dei fossili, è possibile soltanto in pochi punti. Per tale motivo, nel rilievo cartografico si è spesso dovuto segnare l'intera serie con una tinta unica; e anche là dove furono separati i vari piani, la loro delimitazione deve considerarsi approssimata e convenzionale.

3. Cretaceo.

Cretaceo in generale, con facies di calcare a Rudiste. Questo sistema ha il suo massimo sviluppo nella zona submontana, dove si presenta per solito con la facies del calcare a Rudiste che si sviluppa in graduata transizione dal Giurese superiore fino al Senoniano superiore, con una potenza complessiva di oltre 1000 m. I calcari a Rudiste costituiscono buona parte delle ellissoidi dell'Arzino, della Bernàdia e del Natisone.

Nell'ellissoide della Bernàdia, il sistema cretaceo è quasi al completo e risulta, in ordine ascendente, della seguente successione:

a) sopra i calcari coralligeni del Giurese superiore, affioranti nella valle del Cornappo, si ha una potente serie di calcari grigi e bianchi, compatti, contenenti nella loro parte inferiore resti di Caprinidi e Radioliti.

b) Succedono calcari bituminosi, scuri, in strati sottili o scistososi, con lenti di calcare a selce nella valle del Cornappo, d'uno spessore complessivo di 20-30 m. e riferibili per la loro posizione stratigrafica al Cenomaniano.

c) Il Cretaceo superiore si inizia con dei calcari grigi, con un livello inferiore a Diceratidi e Nerinee e con uno superiore a Caprine. Segue del calcare grigio, compatto, sterile e quindi un orizzonte della stessa roccia con *Ostrea* aff. *munsoni*, *Lima marinellii*, *L. carnica*, *Neithea zitteli*, *Monopleura* cf. *forojulensis*, *Caprinula* di *stefanoi*, *Radiolites* cf. *macrodon*, *Nerinea* cf. *airoidina*, *N. forojulensis*. La fauna corrisponde a quella del Col dei Schiosi nel Cansiglio, riferita al Turoniano inferiore. Viene superiormente del calcare grigio compatto con Radioliti e *Hippurites* cf. *giganteus* e per ultimo il calcare di Vallemontana, suddiviso in un orizzonte inferiore, di calcare bianco suboolitico con *Serpula* e in un orizzonte superiore, di calcare bianco a *Cidaris*, *Lima vallismontanae*, *Ostrea*, *Pecten* e *Janira*. Sopra questo orizzonte, spettante forse alla base del Senoniano superiore, o direttamente sopra i calcari turoniani, si adagiano in trasgressione i terreni dell'Eocene.

Nell'ellissoide del Natisone, sopra i calcari selciferi di Volzana, probabili equivalenti del Giurese superiore e Cretaceo inferiore, giace una potente pila di calcari a Rudiste, contenenti resti di Nerinee e Caprine al Monte Mja e nella stretta sopra Lonc;

superiormente con *Radiolites excavata* e *R. pasiniana* del Senoniano inferiore.

Nell'ellissoide dell'Arzino, i calcari coralligeni e in parte selciferi del Giurese superiore sono coperti da una serie di calcari grigi, compatti, a strati sottili e privi di fossili. Sopra di essi si adagiano dei calcari biancastri o grigi, compatti, con resti di *Ellipsactinia*, ai quali fa sèguito un potente complesso di calcari biancastri o grigiastri a Rudiste e superiormente calcari oolitici.

Cretaceo superiore a facies calcarea e marnoso-arenacea e marne scagliose rosse. Nell'ellissoide della Bernàdia, i calcari a Rudiste sono coperti direttamente in trasgressione dai terreni eocenici, alla base dei quali compare in zona discontinua una marna scagliosa rossa e in parte verdastra, intercalata e sostituita da banchi d'una breccia grossolana a elementi di calcari a Rudiste, contenente resti di Lito-tammi, Nummuliti, Ortoframmine ed Alveoline. L'età della marna rossa è eocenica.

Nella valle dell'Arzino, sotto Pielungo, i calcari a Rudiste sono parimenti coperti da un orizzonte di marna rossa a resti di *Orbitoidi* s. str., *Conocri-nus*, *Crania* aff. *fabianii* e *Teredo*, associata a brecce calcaree e a cui segue in concordanza il *Flysch* eocenico.

Intorno al nucleo dell'ellissoide del Natisone, adagiata direttamente in trasgressione sui calcari a Rudiste del Turoniano e Senoniano inferiore, si svi-

luppa invece una potente serie di calcari brecciati e di rocce marnoso-arenacee riferibile nella sua gran parte al Senoniano superiore e che fa insensibilmente passaggio all'Eocene. Questa serie s'inizia inferiormente con delle brecce a elementi rimaneggiati di calcare a Rudiste, a cemento marnoso verde e rossastro, a cui fanno sèguito delle marne scagliose rossastre, imbasate, intercalate o anche sostituite dalle brecce a cemento marnoso. Succede quindi un complesso, potente parecchie decine di metri, di marne e arenarie con interposti banchi di calcari brecciati e arenacei a Orbitoidi e Ananchitidi, che ne attestano l'età cretacea. Chiude la serie un complesso marnoso-arenaceo con filaretti e banchi di calcari brecciati ed arenacei e con intercalazioni di marne scagliose bruno-rossastre. La serie descritta, d'una potenza complessiva di 700-800 m., fa passaggio graduato ai terreni eocenici, senza sia possibile precisare il limite fra Senoniano ed Eocene.

Le marne scagliose rosso-mattone e rosso-vinate (*Scaglia rossa*) si stendono nella zona montana in piccoli lembi presi strettamente nel nucleo delle sinclinali, e posano direttamente, per lo più con l'intermediario d'una breccia di trasgressione, su terreni di età diversa, dal Trias superiore ai calcari selciferi superiori (Giurese sup. e Cretaceo inf.). Mentre dunque nella zona submontana il passaggio dal Giurese al Cretaceo superiore avviene per mezzo di una successione di strati continua e concordante,

in quella montana esiste una lacuna che comprende buona parte del Cretaceo.

Queste rocce hanno ampia distribuzione nei due versanti della valle di Ucea, dove sono coperte da un complesso marnoso - arenaceo a facies di *Flysch*, d'uno spessore complessivo di alcune centinaia di metri. Il passaggio dalle marne rosse al *Flysch* è di solito graduale: spesso anzi le marne rosse s'intercalano al *Flysch*, per cui non è possibile separarle cartograficamente. L'età di questo complesso non si può definire con certezza, non avendo fornito avanzi fossili; ma la sua posizione stratigrafica, l'analogia litologica e l'evidente continuità col *Flysch* senoniano a resti di Inocerami delle valli dell'Isonzo e del Natisone, lo fanno ritenere senoniano, potendo però invadere anche l'Eocene.

Piccoli lembi di marne rosse, disgiunti dai fenomeni tettonici e dall'erosione, compaiono nel versante settentrionale della catena del Ciampòn e in quello meridionale del San Simeone, adagiati in trasgressione sui calcari selciferi superiori; e nel fianco settentrionale del Còvria, dove hanno alla base dei calcari brecciati con frammenti di Rudiste, mentre superiormente passano al *Flysch* contenente resti di Ortoframmine.

Da quanto esposto, l'età delle marne scagliose rosse risulta in parte senoniana e in parte eocenica. Va poi ricordato che queste marne contengono copiosi resti di Foraminiferi microscopici, specialmente Globigerine, Textularie e Miliolidi.

II. CENOZOICO

1. Eocene.

I terreni eocenici si stendono nelle Prealpi Giulie in amplissima fascia, costituendo la massa maggiore della zona submontana e per intero la zona pedemontana. Sulla destra del Tagliamento e nell'ellissoide della Bernàdia, l'Eocene posa in trasgressione sui calcari a Rudiste. Nel bacino del Natisone ne è invece separato per mezzo della potente formazione di calcari clastici e di marne e arenarie sopra descritta, appartenente al Senoniano e dalla quale non è possibile delimitarlo con sicurezza. I terreni eocenici raggiungono una potenza complessiva di oltre 3000 m. nel bacino del Natisone, dove la serie è al completo sino all'Eocene superiore. Lo spessore diminuisce verso ponente, essendo di poche centinaia di metri nelle Prealpi Carniche, dove l'Eocene si sviluppa unicamente con la facies di *Flysch*.

Nelle Prealpi Giulie il complesso eocenico si può dividere in due grandi porzioni: l'inferiore caratterizzata dall'alternanza di potenti banchi di calcari clastici con strati marnoso - arenacei; la superiore costituita da strati marnoso - arenacei a facies di *Flysch*, con interposti banchi di puddinghe e arenarie grossolane.

a) *Complesso inferiore, prevalentemente calcareo*. Potente complesso di sedimenti litoranei, costituito da banchi di breccie calcaree, dello spessore di alcuni metri, disposti in regolare alternanza con letti marnosi a straterelli di calcare arenaceo. Ogni banco è costituito alla base da una breccia grossolana a elementi di calcari a Rudiste, rilegati da un cemento marnoso. La grossezza degli elementi diminuisce gradualmente verso l'alto, passando a brecciole calcaree compatte (pietra piacentina) sempre più fini, a calcare arenaceo e da ultimo a calcare marnoso celestino, cinereo o plumbeo e a frattura concoide. Alla base dei banchi più potenti, la breccia (o conglomerato pseudo - cretaceo) contiene talvolta dei blocchi colossali da un metro fino a qualche decina di metri di diametro. Questi banchi provengono dalla demolizione, dovuta ad abrasione marina, delle scogliere di calcare cretaceo.

Nella parte inferiore di questo complesso ⁽¹⁾ i fossili sono piuttosto scarsi e constano generalmente di resti di Foraminiferi (*Operculina canalifera*, *Nummulites bolcensis*, *Orthophragmina archiaci*, *O. stellata*) che ne provano la spettanza all'Eocene inferiore (Spilecciano). I fossili sono invece più frequenti nella parte superiore (valle del Rio Zimòr, a

⁽¹⁾ Dentro questo complesso s'intercalano due distinti livelli di scisti bituminosi (piroscisti) che compaiono a Flaipano, Taipana, Nongruellis, Vallemontana, Attimis, Subit, Clap e Canébola.

nord del monte Stella e presso il castello e la chiesa di S. Giorgio ad Attimis), dove sono rappresentati da Nullipore, pochi Foraminiferi (*Alveolina pasticcillata*, *Operculina tellinii*, *Nummulites laevigata*), Coralli e Molluschi (*Crassatella plumbea*, *Nerita schmideliana*, *Natica hybrida*, *Cerithium giganteum*, *Strombus tournoueri*, *Sycum bulbiforme*, *Clavilithes noae*).

Un poco più in alto, al limite fra il complesso prevalentemente calcareo e quello marnoso - arenaceo, compare un secondo orizzonte fossilifero (versante meridionale del Campeòn, Malemaserie e bocca di Crosis) con resti di Alghe, pochi Crinoidi e prevalenza di Foraminiferi (*Operculina canalifera*, *Nummulites irregularis*, *Orthophragmina papyracea*, *O. stellata*, *O. aspera*, *O. dispansa*, *O. nummulitica*).

Questi due livelli fossiliferi spettano entrambi all'orizzonte di monte Postale, riferito al Luteziano inferiore.

b) *Complesso superiore prevalentemente marnoso - arenaceo*. Potente complesso a facies di *Flysch*, con intercalati banchi di puddinghe e brecciole calcaree a numerosi ciottoli di quarzo e di selce. Dentro questa serie si conoscono varie località fossilifere (Sottocastoia a Buia, Filanda Cignolini e Volpins presso Tarcento e soprattutto nei colli di Rosazzo), con copiosi resti di Foraminiferi (*Alveolina violae*, *Nummulites perforata*, *N. laevigata*, *As-*

silina mamillata, *A. granulosa*) e ricchissima fauna di Antozoi e Molluschi.

Un pò sopra questo livello fossilifero, distinto col nome di Rosazzo e di Brazzano e che equivale cronologicamente come faunisticamente all'orizzonte di San Giovanni Ilarione (Luteziano superiore), sebbene contenga una notevole percentuale di specie dell'Auversiano di Roncà, si hanno nuovi strati di *Flysch*, che compaiono nei colli di Buttrio, dove racchiudono una fauna a Foraminiferi (Alveoline, Operculine, Ortoframmine e Assiline) fra cui particolarmente comuni le Nummuliti (*N. rotularia*, *N. striata*, *N. curvispira*, *N. irregularis*, *N. laevigata*), abbondanti Molluschi ed Echinidi, spettanti probabilmente all'Auversiano (Eocene medio).

Sopra questo livello sèguita ancora il *Flysch*, con potenza di poche decine di metri: data la mancanza di fossili, è incerto se questi strati superiori spettino ancora all'Eocene medio o rientrino invece nell'Eocene superiore.

2. Oligocene.

L'unica rappresentanza di questo sistema è costituita nel Friuli da un piccolo lembo situato nel bacino del Cianèt sopra Peònis e da due più ristretti affioramenti che compaiono ad Osoppo.

Nel Cianèt, l'Oligocene s'inizia con un potente banco d'una breccia grossolana a elementi di calcari selciferi giuresi e di calcari a Rudiste, che posa

direttamente sul *Flysch* eocenico. Sopra viene un complesso costituito da argille a lenti di lignite, da arenarie marnose grigio - azzurrognole, da qualche intercalazione d'una breccia a elementi calcarei minuti e da banchi di arenarie quarzose biancastre (questi ultimi più frequenti nella parte superiore della serie).

Le argille e le arenarie sono fossilifere a vari livelli e contengono una fauna di Molluschi marini, d'acqua salmastra e dolce, cioè a carattere lagunare od estuarico. La presenza di *Sanguinolaria kollowaysi*, *Neritina squamulifera*, *Natica crassatina* e *Cerithium plicatum* inducono a riportare questi terreni all'Oligocene medio (Rupeliano).

I lembi coevi di Osoppo, constano egualmente di brecce calcaree, argille lignitifere e arenarie quarzose recanti impronte di foglie, con resti di Molluschi e qualche dente di Pesce.

3. Miocene.

I terreni miocenici affiorano nella zona collinosa situata sulla destra del Tagliamento, da dove si estendono a formare in parte il sottosuolo della pianura, come fanno fede i piccoli spuntoni d'età langhiana che emergono dalla coltre alluvionale a Pozzuolo ed a Variano. Il sistema è al completo, a cominciare dal Langhiano, mancando in tutto il Friuli una rappresentanza del piano inferiore del Miocene o Aquitaniano.

a) *Langhiano*. Comincia con strati di un'arenaria grossolana a granuli di glauconia, trasgressivi sul *Flysch* eocenico (sponda destra dell'Arzino, sotto Anduins), cui succedono sabbie e molasse micacee più o meno compatte, con *Schizaster calceolus* e quindi (stretta di Casiacco) un complesso di molasse e arenarie calcaree, azzurre o brune, con *Lucina borealis*. I livelli inferiori contengono una fauna abbastanza ricca, con predominio di Molluschi (*Lucina borealis*, *Pecten haueri*, *P. praescabriusculus*, *P. tournali*, *P. paulensis*), alcuni Echinidi (*Echinolampas hemisphaericus*, *Brissopsis lusitanica*, *Schizaster calceolus*, *Airaghia marmorae*), Crostacei e numerosi denti di Pesci, spettante al Langhiano inferiore. Il livello superiore, a *Pecten denudatus* e *P. fuchsi*, appartiene al Langhiano superiore, con facies di mare relativamente profondo, tipo *Schlier*. La serie langhiana ha uno spessore complessivo di oltre 500 m.

b) *Elveziano*. Marne e molasse marnose, grigie e giallastre, riccamente fossilifere, che succedono gradualmente agli strati langhiani. La fauna è data in gran parte da Lamellibranchi (*Venus dujardini*, *Meretrix taurorugosa*, *Dosinia exoleta*, *Lucina callipterix*, *Arca diluvii*) e da pochi Gastropodi (*Genotia ramosa*, *Terebra basteroti*, *Conus dujardini*, *Natica submammillaris*). Spessore: oltre 600 m.

c) *Tortoniano*. Consta inferiormente di molasse grigio - azzurre con banchi conchigliacei, d'ol-

tre 200 m. di spessore e con fauna di Molluschi ricchissima per varietà di specie e per numero d'individui (*Cardita jouanneti*, *Clavatula asperulata*, *Latrunculus derivatus*, *Terebra modesta*, *Conus berghausi*, *C. bronni*, *Protoma rotifera*, *Ancilla glandiformis*). Seguono conglomerati calcarei a ciottoli grossi come una noce o un pugno, qua e là contenenti grosse valve di *Ostrea crassissima*, *O. gingersis*, *O. lamellosa*. Ai conglomerati s'intercalano talvolta (ponte di Flagogna) lenti sabbiose, molassiche ed argillose, con straterelli di lignite e con specie diverse di Molluschi littoranei, fra cui *Dosinia glandiformis*, *Melanopsis impressa*, *Cerithium rubiginosum*, *Potamides bidentatus*.

d) *Pontico*. In concordanza coi precedenti seguono conglomerati più o meno compatti, a elementi dolomitici e calcarei mesozoici e scarsi elementi eocenici, con intercalazioni di molasse e argille talvolta carboniose a strati di lignite (San Pietro di Ragogna) e di calcari clastici bianchi. I conglomerati sono sprovvisti di fossili: le marne invece racchiudono resti di Molluschi d'acqua dolce e terrestri (*Melania escheri*, *Paludina*, *Strophostoma*, *Planorbis*, *Helix steinheimensis*, *Limnaea*, *Glandina*).

III. NEOZOICO (*Quaternario*)

1. Diluvium (Glaciale).

L'anfiteatro morenico del Tagliamento. Le due ali montuose delle Carniche e delle Giulie, discostandosi gradualmente a valle di Ospedaletto, lasciano tra loro un ampio spazio triangolare che accoglie uno dei più completi e più tipici anfiteatri morenici delle Alpi.

L'anfiteatro morenico del Tagliamento si stende ad ampio semicerchio, con la fronte rivolta a sud, fra il Tagliamento e la Torre, sopra una superficie d'oltre 300 kmq. Consta di una serie di cordoni concentrici, di cui tre principali e più continui. La cerchia esterna, più ampia ed elevata, si stende ininterrotta da Ragogna a Tricesimo, continuando ad oriente nella morena laterale sinistra che costituisce i colli di Fraelacco e Segnacco e innestandosi perifericamente alla conoide fluvioglaciale formante l'alta pianura. Le due cerchie interne si svolgono rispettivamente per Caporiacco, Colloredo di Montalbano e Treppo Grande, e per Maiano, San Salvatore, Buia e Magnano.

Queste due cerchie, e particolarmente la più interna, si presentano divise in due lobi. Lo sdoppiamento trae origine dal fatto che il ghiacciaio che le accumulò alla sua fronte era formato dal-

l'unione di due rami, alimentato l'uno dal bacino del Tagliamento e scendente per la depressione del lago di Cavazzo, l'altro dal bacino della Fella e scendente per la valle trasversale del Tagliamento. La metà occidentale dell'anfiteatro risulta così costituita da rocce del bacino tilaventino, cui si aggiungono elementi (graniti e gneiss) provenienti dall'alta Pusteria per mezzo del ghiacciaio della Piave, che riceveva alimento da quello della Drava e che traboccava a sua volta nella valle del Tagliamento attraverso il Passo della Maura. La metà orientale dell'anfiteatro si compone invece di rocce del bacino della Fella, miste a copiosi elementi eocenici strappati dal ghiacciaio dal fondo e dai fianchi della valle a sud di Gemona.

Le tre cerchie dell'anfiteatro e i cordoni intermedi sono separati fra loro da spianate costituite da materiali glaciali rimaneggiati dalle acque di disgelo, coperti in parte da alluvioni fini, provenienti da lavaggio dei colli circostanti. Il fondo delle depressioni intermoreniche era originariamente coperto di stagni e laghi, ora interriti e trasformati in torbiere, e di cui l'unico superstito è il piccolo lago di San Daniele (altitudine del pelo d'acqua 188 m., profondità 9,5 m.).

Le tre cerchie furono accumulate durante l'ultima glaciazione (Würmiano), com'è provato dalla freschezza delle forme e dalla scarsa alterazione superficiale del suolo.

La parte esterna della prima cerchia, fra Tor-

reano e Qualso, è costituita da una larga fascia di colli a forme addolcite e in parte abrasa e terrazzata dal Cormòr, ovvero (Vergnacco) divisa dalle acque di fusione del ghiacciaio würmiano in piccoli dossi e rilievi. Il suolo morenico è coperto da uno strato d'alterazione interamente decalcificato, potente in alcuni punti (presso Zàmpis e Fontanabona) fino a oltre 2 metri. Questa fascia più esterna rappresenta probabilmente il resto d'una cerchia morenica accumulata durante una più antica glaciazione. Data l'intima fusione delle morene antiche colle recenti, non è sempre possibile una loro esatta separazione cartografica; di modo che il limite segnato sulla carta deve considerarsi approssimato.

Anfiteatro morenico dell'Isonzo. Durante l'ultima glaciazione, un ramo del ghiacciaio dell'Isonzo, insinuandosi per il passo di Starasella, giunse ad occupare l'alto bacino del Natisone (¹), dove accumulò un anfiteatro morenico di proporzioni modeste rispetto a quello del Tagliamento, ma che è l'unico costruito dal ghiacciaio isontino. La fronte esterna di quest'anfiteatro, in parte smembrato dal Natisone e dai suoi affluenti, si svolge fra Prossenicco e Bergogna con uno sviluppo lineare di circa 8 Km. Durante la sua avanzata e poscia al suo, ritiro, il ghiacciaio causò uno sbarramento della valle, dando

(¹) Un ramo dello stesso ghiacciaio discese lungo la stretta del Natisone fino a Stupizza.

origine a una raccolta d'acqua, a cui testimonianza restano le argille glaciali-lacustri situate sotto Prossenicco e a Sant'Elena. Le acque di fusione del ghiacciaio defluirono per un tempo attraverso la gola di Pradolino, situata fra il Ljubja ed il Mja e col suo imbocco settentrionale alto circa 500 m s. m.

Altri depositi glaciali. L'alto bacino della Torre fu parimenti occupato da un ramo del ghiacciaio dell'Isonzo, che rimontando la valle di Ucea e del Rio Bianco, si spinse ad occupare l'ampia valle di Musi, protendendosi quindi nella stretta della Torre per dilagare nella comba di Lusevera. Questa colata non costrusse un apparato morenico e lasciò anzi assai scarsi depositi glaciali.

Piccoli rivestimenti morenici e massi erratici si trovano poi nella valle trasversale del Tagliamento e nella depressione del Melò, a varia altezza sui fianchi montuosi. Il ghiacciaio tilaventino, traboccando al passo la Forca (catena del monte Piombâd), scese ad occupare la valle del Palâr sopra Alesso. Erratici glaciali si trovano sulla cima del monte Festa e fin verso i 900 m. al monte Brancôt; a 700-750 m. nel versante settentrionale del Covria; a 570 m. sul fianco orientale del monte Pedroc, in località Ledrània.

Le tracce del ghiacciaio si svelano poi chiaramente nelle forme arrotondate del monte Cumièli, del monte Brancôt e dei rilievi situati ai due lati del lago di Cavazzo.

Morene di circo. Nel versante settentrionale della catena del Ciampòn, fra i 1200 e i 1400 m. s. m. si annidano alcuni circhi, che erano occupati durante l'ultima glaciazione da piccoli ghiacciai.

I ghiacciai hanno accumulato alla loro fronte e ai lati dei piccoli cordoni morenici. Il più esteso e meglio conservato è l'arco morenico che si stende sul Pian di Tapòu (850-950 m.), preceduto dai resti d'un più esterno arco glaciale. Piccoli valli o argini morenici si hanno nella valle de Rio del Sole (a circa 750 m.), in quella di Pozzus (fra 750 e 800 m.) ed in quella di Moeda (verso i 750 m.). Resti di circhi glaciali si osservano pure nel versante settentrionale della catena Montemaggiore - Stol e più chiaramente in quella del Musi. In quest'ultima è notevole il piccolo arco morenico, quasi intatto, della Madonna di Carnizza, depositato da un piccolo ghiacciaio scendente dal circo situato sotto la cima Zajàur durante uno degli stadi d'arresto o piccolo avanzamento che subirono i ghiacciai alla fine del Würmiano.

La pianura. L'alta pianura fra Tagliamento e Torre è costituita dai materiali trasportati dalle acque di fusione del ghiacciaio tilaventino: sono ciottoli e ghiaie con elementi di grossezza decrescente da monte a valle, in gran parte sciolti e qua e là con lenti o banchi cementati. Ciascuna delle quattro principali correnti di disgelo (Tagliamento, Corno, Cormòr e Torre) costrusse una conoide propria

ampia e dolcemente rilevata, che si espande e sfuma verso valle. Durante le fasi di ritiro del ghiacciaio, le conoidi furono scavate dai corsi d'acqua, che corrono attualmente fra una serie di terrazzi semplice (Tagliamento), duplice o triplice (Corno e Cormòr), che sfumano circa all'altezza del limite meridionale del foglio.

I torrenti Malina, Grivò e Ciarò e il fiume Natisone hanno pure ampiamente alluvionato durante l'ultima glaciazione. L'accumulamento di materiali, specie in corrispondenza ai tre primi, è stato però assai meno intenso che non nella pianura pedemorenica, in dipendenza della ristrettezza dei loro bacini e della mancanza d'alimento glaciale. Il Natisone ha terrazzato le sue alluvioni incassandosi in uno stretto solco.

Resti di alluvioni antiche nella pianura e nelle valli. Dalla pianura attuale, formata da alluvioni dell'ultima fase glaciale, emergono per un'altezza di pochi metri alcuni isolati terrazzi (Variano, Orgnano, Udine, Pozzuolo e Buttrio), costituiti da alluvioni in parte cementate e con lo strato superficiale profondamente alterato e trasformato in ferretto per uno spessore da 2 a 4 metri (1). Questi terrazzi rappresentano i resti d'un più antico piano alluvionale, formatosi probabilmente durante la gla-

(1) Nelle alluvioni würmiane, lo strato superficiale d'altezza è generalmente inferiore a 1 metro.

ciazione rissiana, e che è stato ampiamente abraso dai corsi d'acqua durante l'interglaciale ed il glaciale successivi.

Nella pianura del Natisone, questo piano alluvionale giace invece sotto la coltre dei depositi würmiani, dai quali è separato per mezzo di uno strato d'alterazione e affiora sotto forma di conglomerato tenace nel solco attuale del fiume.

Nel bacino del Natisone si conservano poi avanzi d'un terzo e più antico piano alluvionale, riferibile al Diluviale antico, sopraelevato su quello odierno e rappresentato dai piccoli lembi di alluvione profondamente alterata situati alle falde delle colline di Buttrio e sui bassi sproni di quelle di Rosazzo, ad un'altezza da 4 sino a 40 m. sopra la pianura attuale.

Resti di alluvioni antiche, per lo più fortemente cementate, si presentano poi allo sbocco e nell'interno delle valli, sempre più o meno sopraelevati sui fondi attuali e sui terrazzi würmiani. Una piccola placca di alluvione cementata si osserva a Robedischis (alto Natisone). Un più esteso lembo di alluvione, in parte cementata e con potente strato di ferretto, riposante su limo lacustre formatosi in un allagamento dovuto probabilmente a sbarramento glaciale, si stende sulla sinistra della Torre sopra Tarcento. Altri lembi si trovano ad Osoppo, sopra Braulins, e sulla sponda orientale del lago di Cavazzo. Questi ultimi lembi, in parte spostati da movimenti postumi del suolo, si raccordano con le alluvioni cementate

interglaciali che si stendono nella valle del Tagliamento fra Cavazzo ed Ampezzo. Una placca di materiali di trasporto, in parte sciolti e in parte cementati, riveste il pendio meridionale del colle oligocenico situato fra Trasàghis e Braulins. Il deposito è costituito inferiormente da un ammasso caotico di frammenti di dolomie neotriatiche e di calcari giuresi, fra cui alcuni con strie glaciali, e corrisponde a una morena laterale composta di detriti caduti sul dorso del ghiacciaio dal Brancòt o dal San Simeone. La morena è coperta da una placca di breccia a elementi calcarei e dolomitici fortemente cementati, in istrati inclinati di 10-15° a sud, che rappresenta il resto di un antico cono detritico, appoggiato alle falde del Brancòt e inclinato verso il Tagliamento, cono che è stato distrutto dall'erosione. L'accumulazione del cono si è effettuata probabilmente nell'interglaciale Riss - Würm: la morena sottoposta sarebbe perciò rissiana. Un resto dello stesso cono ricopre, in forma di potente crostone cementato, il conglomerato alluvionale ad elementi alpini di Braulins, la cui età corrisponde, con ogni verosimiglianza, all'interglaciale Mindel - Riss.

Di età incerta, pliocenica o quaternaria antica, sono i conglomerati che costituiscono il colle di S. Leonardo di Variano e (a quanto pare) il colle di Udine. Lenti e banchi di conglomerato più o meno tenace, oltre che nei depositi antichi testè menzionati, compaiono pure fra le alluvioni e le morene dell'ultima glaciazione: lungo il Tagliamento sotto

Ragogna, lungo il Cormòr, nella pianura del Natiosone e negli anfiteatri morenici del Tagliamento e dell'Isonzo. In questi due anfiteatri si distinguono due livelli di conglomerati: l'uno giustapposto e perciò coevo con le morene e alluvioni würmiane, l'altro sottoposto e perciò più antico di queste e connesso invece con le morene rissiane. La sovrapposizione di questi due livelli conglomeratici, separati fra loro da uno strato di ferretto, si può chiaramente osservare nelle scarpate del terrazzo di Borgo di Mezzo (Ragogna).

2. Alluvium (Posglaciale).

Alluvioni. Ghiaie e sabbie con strato d'alterazione scarso o nullo, in parte ricoperte e intercalate da strati di limo, si stendono, ai piedi dei terrazzi, lungo i principali corsi d'acqua e specialmente lungo la Torre e i suoi affluenti (Malina, Grivò e Ciarò); i quali, non essendo limitati da sponde terrazzate un pò alte e continue, hanno ampiamente divagato anche in tempi moderni. Spettano in gran parte al Posglaciale le alluvioni argillose e sabbiose, provenienti dal lavaggio dei terreni marnoso-arenacei dell'Eocene, situate alla base dei colli e nelle valli intercollinari della zona pedemontana delle Giulie.

Laghi e torbiere. Già abbiamo accennato ai numerosi laghi e stagni che occupavano le depres-

sioni situate fra le cerchie dell'anfiteatro morenico del Tagliamento, ora interriti e trasformati in torbiere. Il feltro torboso è costituito in massima parte da piante vascolari, specialmente Ciperacee e posa sopra un substrato argilloso: lo spessore varia da pochi decimetri a oltre 2 m.

Un vasto bacino lacustre si estese ad occupare, dopo il ritiro del ghiacciaio tilaventino, la depressione da esso scavata al suo sbocco in pianura, in corrispondenza al Campo attuale di Osoppo. Il lago inviava a nord un primo ramo nella valle trasversale del Tagliamento e un secondo nella valle del Melò. Il lago di Cavazzo (altitudine del pelo d'acqua 195 m., profondità 39 m.) ne rappresenta un ultimo relitto. Il lago ha avuto una vita relativamente breve, a causa dell'interrimento operato dalle deiezioni del Tagliamento e del graduale approfondirsi del fiume nella soglia rocciosa di Pinzano, che ne produsse lo svuotamento. L'area lacustre è ora occupata nella sua parte a monte da alluvioni prevalentemente ghiaiose che passano in parte ad alluvioni minute verso valle.

Assai meno estesi erano i due laghi formatisi dopo il ritiro del ghiacciaio nell'alto bacino della Torre. Il maggiore di essi occupava la valle di Musi e fu originato da una grande frana che ostruì l'imbocco della valle della Torre alle sorgenti. I depositi lacustri formano la base degli alti terrazzi del villaggio di Musi. Un piccolo bacino lacustre si

formò presso Vedronza per una frana caduta all'imbocco della chiusa a valle di questo paese.

Nella valle del Natisone, il sovralluvionamento operato dal fiume causò lo sbarramento delle valli e insenature laterali, risultandone più o meno vasti ristagni d'acqua che furono poi gradualmente interriti.

Coni di deiezione: materiali di falda e di frana.
I coni di deiezione posglaciali, in parte tuttora attivi, hanno il loro più ampio sviluppo nella valle del Tagliamento. Particolarmente notevoli sono quelli del Rio Vegliato di Gemona e dei Rivoli Bianchi di Venzone. Altri coni minori si osservano nella valle del Melò e in quella di Musi.

Il versante meridionale delle catene dolomitiche è rivestito alla base, per tratti più o meno estesi e soprattutto nelle aree rimaste sgombre da ghiacciai, da potenti falde di detrito in parte sciolto e mobile, in parte cementato (crostoni di falda) o rassodato dalla vegetazione. Accumulamenti detritici e di frana si osservano poi anche nei rilievi calcarei del Cretaceo. Notevole è la frana staccatasi dal margine dell'altopiano di Prât, sopra Cornino, che diede origine a un piccolo lago circoscritto dal macereto di frana; come pure quella precipitata nell'Arzino dai due versanti, all'imbocco della forra presso Ariduins.

Resti di Mammiferi fossili e dell'industria umana preistorica nelle caverne. Avanzi di Mammiferi fos-

sili quaternari furono esumati nella grotta di Viganti (valle del Cornappo), dove si rinvenne l'Orso speleo (*Ursus spelaeus*) ed il Ghiottone (*Gulo luscus*), il primo estinto e l'altro accantonato oggidì nelle regioni boreali; entrambi da noi viventi durante il frigidissimo periodo würmiano o verso la fine di esso.

Resti di Orso speleo si sono trovati pure nel Foràn di Landri (Prestento) in una breccia coperta da un crostone stalammitico. In questa caverna, sopra il livello a resti di Orso speleo, e nel Ciòndar des Paganis, sopra Racchiuso, si sono poi trovati avanzi dell'industria umana preistorica (riferibili al Neolitico antico), consistenti in utensili di selce, ossa lavorate e terrecotte, miste a ossa rotte intenzionalmente (resti di pasto) di Mammiferi tuttora viventi, sia selvatici (lupo, cervo, capriolo ecc.) sia domestici (bue, capra, pecora, maiale). Nel Foràn di Landri, in un livello soprastante a quello neolitico, si rinvennero oggetti (fibule, armille) dell'età del bronzo. Alla stessa età appartiene la necropoli di Dernazacco presso Cividale.

III. TETTONICA

Principali fasi di diastrofismo.

La storia geologica della regione in esame può dividersi in tre periodi principali. Nel periodo più antico, compreso fra il Trias medio e il Cretaceo medio o superiore, la regione era coperta dal mare; mare poco profondo e in via di lento e continuo abbassamento durante il Trias superiore. Durante il Giurese, in corrispondenza alla zona montana le condizioni batimetriche variarono alternatamente fra la regione neritica e quella batiale, mentre in quella submontana si andò stabilendo una zona di mare meno profondo, con costruzioni di scogliera. Nel Cretaceo inferiore o medio avvenne una prima emersione della zona montana, emersione che si estese a quella submontana verso la fine di questo periodo.

La susseguente invasione marina, effettuata con alterne oscillazioni tra il Senoniano superiore e il Luteziano, segna l'inizio di un nuovo ciclo sedimentario marino, caratterizzato, in contrapposto a quello mesozoico (essenzialmente chimico - organogeno), dalla prevalenza di formazioni littorali detritiche. Un nuovo sollevamento si verifica verso la fine dell'Eocene, causando forse la definitiva emersione della regione alpina e che fu seguito da una parziale

e temporanea sommersione durante l'Oligocene medio.

La trasgressione langhiana (Miocene medio) riportò il mare su una parte della regione in esame, depositando nella zona submontana e pedemontana una potente serie di sedimenti marini, che diventano continentali nel Pontico. Con la fine del Miocene s'inizia il terzo ed ultimo periodo, che arriva sino all'attualità, caratterizzato dalle condizioni di terraferma. I movimenti del Cretaceo medio e superiore furono essenzialmente di sollevamento e abbassamento, senza piegatura sensibile. Un principio di corrugamento si ebbe tra l'Eocene e l'Oligocene medio e fra quest'ultimo ed il Langhiano, com'è provato dalla condizione discordante di quest'ultimo piano sull'Eocene. Il corrugamento massimo della regione ebbe luogo nel Miocene superiore e durante il Pliocene.

Principali linee tettoniche.

Le tre zone orografiche in cui abbiamo diviso le Prealpi corrispondono a tre diverse zone tettoniche.

I. *La zona montana* consta di un fascio di pieghe parallele e dirette da levante a ponente, fortemente compresse e in parte rovesciate verso sud. Il fianco di raccordo fra due pieghe continue è più o meno assottigliato per stiramento e scorrimento, onde il complesso è convertito in un sistema di *embrici* o

scaglie, formata ciascuna da una piega completa (anticlinale e sinclinale) e separate fra loro da pieghe - faglie o piani di scorrimento. Particolarmente accentuata è la piega - faglia più esterna (periadriatica) che decorre ai piedi della zona montana, separandola da quella submontana, e per effetto della quale il nucleo della piega montana più esterna, costituito da dolomie del Carnico, si addossa direttamente ai terreni assai più recenti della zona submontana. Nella regione in esame si succedono a cominciare da nord:

a) la sinclinale che decorre lungo la valle del Palàr, attraversa il monte San Simeone e prosegue nel versante settentrionale della catena del Musi e lungo la valle di Ucceà;

b) l'anticlinale anteriore alla piega precedente, che si svolge pel monte Amula, monte Brancòt, monte Ledis, valle di Musi e fianco destro della valle d'Ucceà;

c) sinclinale del monte Corno, Còvria, Brancòt, Cumièli, che prosegue nel versante nord delle catene del Ciampón e del Montemaggiore - Stol;

d) una sinclinale con anticlinale anteriore costituisce la scaglia a contorno ellittico del monte Cuarnàn.

II. *La zona submontana* è costituita da una serie di cupole ellissoidali isolate. Da ponente a levante abbiamo:

a) *l'ellissoide dell'Arzino*, a nucleo di Dolomia e di calcari giuresi - cretacei. Ha il fianco meridionale rovesciato e con parziale sospingimento verso sud. Il ricoprimento è particolarmente manifesto sulla sinistra dell'Arzino, dove la massa calcarea dell'ellissoide viene in parte a galleggiare sui terreni eocenici e miocenici (Zuc di Schiaromont). Il fianco orientale è regolarmente immerso verso il Tagliamento. Oltre al rovesciamento e parziale slittamento verso sud, l'ellissoide ha subito anche un notevole sospingimento da sud a nord, causato forse da una forte compressione da mezzodì, più potente in profondità che non verso l'alto e che ha strozzato e in parte sradicato la base dell'ellissoide ⁽¹⁾.

L'ellissoide è stata così parzialmente sospinta, sul suo lato settentrionale, sopra la piatta cupola cretacea, a copertura eocenica, che occupa il bacino di Pielungo. Il piccolo affioramento eocenico di Pert, circondato dalla Dolomia, corrisponde ad una finestra tettonica. Il ricoprimento diminuisce d'estensione verso l'estremità occidentale dell'ellissoide, che conserva parte del suo fianco settentrionale.

b) *L'ellissoide del monte Campeòn*, formata dall'Eocene, col fianco nord mediocrementemente incli-

⁽¹⁾ L'ellissoide è deviata rispetto a quella contigua del Ciaorlécc e fortemente sollevata. Le pieghe applicate al suo margine meridionale, sono pure alquanto deviate verso nord.

nato e quello meridionale raddrizzato e parzialmente rovesciato a sud.

c) *L'ellissoide della Bernàdia*, a nucleo giurese - cretaceo, con la gamba meridionale raddrizzata e con un principio di rovesciamento verso il piano.

d) *L'ellissoide del Natissone*, a nucleo di Dolomia e di calcari giuresi - cretacei, che costituisce i monti Ljubja, Mja e Matajûr. Il nucleo dell'ellissoide è ammantato da una potente coltre di sedimenti senoniani ed eocenici, immersi dapprima in serie unclinale verso ovest e verso sud e che s'inflextono quindi, lungo il margine della pianura e contro l'ellissoide della Bernàdia, in piega a ginocchio o flessura, verticale e per tratti rovesciata.

Queste tre ultime ellissoidi sono aderenti l'una all'altra. Fra l'ellissoide del Campeòn e quella dell'Arzino, si deprime invece un ampio bacino sinclinale di direzione submeridiana.

III. I terreni marnoso - arenacei dell'Eocene e quelli miocenici che costituiscono la *zona pedemontana*, sono conformati in una serie di pieghe per lo più regolari e disposte parallelamente al margine esterno dell'arco prealpino.

Sulla destra del Tagliamento si ha una sinclinale a nucleo pontico, applicata al fianco esterno dell'ellissoide dell'Arzino e un'anticlinale il cui fianco esterno s'immerge verso la pianura.

Il *Flysch* eocenico che costituisce la zona pedemontana delle Giulie, è curvato in numerose pieghe secondarie. Fra le pieghe principali va notata la sinclinale che si stende all'esterno dell'ellissoide della Bernàdia e della flessura Attimis - Faedis.

Un'ampia sinclinale passa a nord dei colli di Rosazzo con direzione a SE, accompagnata da una dolce anticlinale che attraversa la collina di Buttrio.

Il fascio delle pieghe prealpine descrive nell'insieme un grande arco intorno alla pianura, la quale coincide con un'ampia depressione tettonica che si continua nella geosinclinale adriatica. La grande sinclinale che costituisce la pianura è turbata da piegature secondarie, come quella che, con direzione da NW a SE, determina il risorgere dei terreni langhiani tra Variano e Pozzuolo.

L'arco prealpino rappresenta essenzialmente un sistema di rilievi a pieghe, complicati da parziali ricoprimenti nella zona montana e nell'ellissoide dell'Arzino. Oltre a questi ricoprimenti, esistono anche alcune faglie di estensione notevole. Particolarmente cospicuo è il sistema di fratture trasversali al decorso delle pieghe, che si osserva sulla destra del Tagliamento, in relazione con la brusca deviazione che le stesse pieghe subiscono in corrispondenza alle valli trasversali del Tagliamento e del Melò:

a) una prima frattura si estende lungo la depressione del lago di Cavazzo, portando a con-

tatto (sulla sponda occidentale del lago) le testate degli strati liasici con le testate della Dolomia;

b) una seconda frattura corre tra il monte Còvria e il monte Corno, segnata dalla brusca interruzione degli strati giuresi nel fianco settentrionale del Còvria;

c) una terza frattura limita a ponente il bacino del Cianêt;

d) una quarta segna il contatto dei calcari cretacei con l'Eocene nel versante settentrionale del monte Puezz. Una faglia trasversale, nascosta sotto il letto del Tagliamento, accompagna probabilmente la brusca inflessione orizzontale degli strati fra il Cumièli ed il Brancót.

=====

IV. - MORFOLOGIA

Il rilievo del territorio in esame è in intima relazione con la natura dei terreni e la loro struttura tettonica.

Le lunghe e strette catene della *zona montana* coincidono ciascuna con un'allungata scaglia tettonica. Le loro creste uniformemente elevate e raccordantisi in un piano inclinato da nord a sud, probabilmente dovuto ad un antico ciclo di denudazione che aveva ridotto la regione ad un'area più o meno pianeggiante, sono costituite dagli strati resistenti del calcare del Dachstein e dei calcari giuresi. Le depressioni longitudinali che separano tra loro le varie catene si sono stabilite da principio in corrispondenza ai nuclei delle sinclinali, formati dalle erodibili formazioni marnose del Senoniano superiore e dell'Eocene: però in sèguito all'approfondirsi dell'incisione, seguente nel complesso, ma non sempre con perfetta coincidenza, l'inclinazione degli strati, sono venute un pò alla volta discostandosi, per modo che i nuclei delle sinclinali si trovano ora in parte sospesi sopra il fondo delle valli e depressioni longitudinali.

Data la prevalente immersione verso nord delle masse stratificate, le catene montane hanno il versante meridionale in testata e soggetto perciò a un



più rapido disfacimento meteorico (onde il grande sviluppo dei ricoprimenti detritici di falda), mentre quello settentrionale segue nell'insieme l'andamento degli strati. Spesso anzi il pendio coincide per tratti più o meno estesi con la superficie di uno strato, dando luogo ad ampi e ripidi lastroni.

Nella *zona submontana*, gli ampi dossi montuosi, foggiate spesso ad altipiano e costituiti quali da potenti masse calcaree d'età giurese - cretacea, (cupola del monte Pala, sulla destra dell'Arzino, della Bernàdia e dei monti Ljubja, Mja e Matajûr nelle Prealpi Giulie), quali da terreni eocenici, calcarei e marnoso - arenacei, riflettono chiaramente la disposizione a volta anticlinale degli strati.

Queste cupole devono in parte la conservazione della loro forma allo sviluppo che vi hanno i fenomeni carsici, che le sottraggono ad una rapida denudazione e frastagliatura per opera dei normali processi del disfacimento meteorico e dell'erosione delle acque correnti.

Nei dossi eocenici del monte Cladis, delle Zuffine, del Jàuer, della Carnizza, del Joanes, del monte San Lorenzo e del Nauàs, la plastica del suolo è determinata dalla comparsa di grossi e resistenti banchi calcarei, alternati con zone marnoso - arenacee e disposti ad ampia piega anticlinale. I banchi calcarei sono stati messi allo scoperto dall'erosione per tratti più o meno estesi e formano l'imbasamento di vasti ripiani variamente inclinati, che lo sviluppo del processo carsico, dovuto alla

natura calcarea della roccia, preserva da una rapida distruzione per opera delle acque correnti.

I rilievi submontani sono separati dalla più esterna catena montana da una serie di ampi bacini (bacino di Pielungo, di Vedronza, di Monteaperta e di Bergogna), coincidenti con le erodibili formazioni prevalentemente marnoso - arenacee dell'Eocene e del Senoniano che occupano la sinclinale che intercede fra le ellissoidi e la più esterna scaglia tettonica della zona montana.

Dai dossi submontani si scende alle *colline pedemontane* per mezzo di un alto gradino, dovuto alla maggiore resistenza delle masse rocciose costituenti i primi, che restano perciò in rilievo, in confronto delle erodibili formazioni marnoso - arenacee che formano le seconde, le quali hanno subito una più intensa degradazione. Il ripido pendio che i dossi submontani rivolgono alla zona collinosa antistante, coincide tettonicamente con una piega a ginocchio o flessura, che ha facilitato il distacco orografico dovuto all'erosione.

La natura facilmente erodibile dei terreni marnoso - arenacei terziari si riflette poi nell'estrema frazionatura del rilievo dell'intera zona pedemontana, solcata in ogni senso da vallette tortuose che la dividono in piccoli dossi collinosi.

Un tratto caratteristico della zona miocenica situata sulla destra del Tagliamento è dato dalla comparsa delle resistenti zone conglomeratiche del Tortoniano e del Pontico, alternate con le più ero-

dibili formazioni arenacee e marnose del Langhiano ed Elveziano e disposte in striscie decorrenti da est a ovest, che formano delle serie di colline a creste sporgenti ed acute.

Le creste delle catene montane si raccordano, come si è detto, in un piano uniformemente inclinato da nord verso sud. Questo piano, proseguito verso la pianura, sovrasta di alcune centinaia di metri i dossi submontani, tranne le cupole del monte Pala (1231 m.) e del Matajûr (1648 m.) che eguagliano in elevazione la più esterna catena montana ad esse contigua. Il piano di raccordo delle cime della zona montana tronca nettamente gli strati, di modo che non può corrispondere a una superficie strutturale, sì piuttosto ad un'antica superficie di denudazione, subaerea e forse in parte anche di abrasione marina. La differenza altimetrica esistente fra la zona montana e gli altipiani submontani del monte Prât, del Campeón, della Bernàdia, del Jauer e Joanes, può essere attribuita sia ad una maggiore intensità della degradazione, conseguente alla più facile erodibilità delle formazioni terziarie che ammantavano e in parte costituiscono i rilievi submontani, sia ad un più intenso sollevamento subito dalle masse montane dopo avvenuto lo spianamento. Del resto, nella stessa zona submontana il sollevamento è stato ineguale nelle varie parti, e fu maggiore, ad esempio, nelle cupole del Pala e del Matajûr, portando in corrispondenza a queste ad affiorare il nucleo profondo di Dolomia; il più forte

sollevamento ha un diretto riscontro nella maggiore elevazione di queste masse orografiche.

Il valore della degradazione subito dai rilievi submontani si può approssimativamente determinare per mezzo della ricostruzione delle pieghe. Così, in corrispondenza alle cime del Jauer (1071 m.) e del Joanes (1168 m.), supponendo completata l'intera serie eocenica che un tempo le ammantava e senza tener conto dei terreni miocenici, che forse in parte coprivano originariamente quelli eocenici, si avrebbe un'altitudine di oltre 4000 m.

Nell'altipiano del monte Prât (824 m.), supponendo completata l'intera serie giurese-cretacea e quella eocenica, si avrebbe un'altitudine di oltre 4300 m. e di quasi 7000 m. se vi si addossasse l'intera serie miocenica.

Lo spianamento della regione a cui abbiamo sopra accennato risale probabilmente al Miocene superiore e Pliocene inferiore, e concide con ogni verosimiglianza con la demolizione subita dalla regione alpina e prealpina durante il Miocene superiore e che preparò i materiali costituenti le formazioni conglomeratiche del Tortoniano e del Pontico (1).

I corsi d'acqua che scendono dalle Alpi e dalle

(1) I conglomerati pontici di Ragogna contengono copiosi elementi del Trias medio e inferiore, provenienti dalla regione alpina, dove pertanto la demolizione aveva in parte smantellato, alla fine del Miocene, la pila degli strati neotriasici e giuresi che la ricoprivano.

Prealpi corrono nel complesso da nord verso sud, ovvero (Prealpi Giulie) da NE a SW, in accordo con la prevalente inclinazione delle masse orografiche verso il piano (valli conseguenti). Le valli principali sono in gran parte trasversali (ad eccezione di un tratto del corso superiore del Natisone), cioè di sovrimposizione, e caratterizzate dal fatto che il loro andamento è indipendente dalla costituzione e struttura delle masse montuose. Nella zona montana, le valli (Arzinc e Torre) tagliano normalmente le catene montuose e sono assai anguste. Uscite nella zona submontana, si allargano d'un tratto in ampi bacini, scavati nelle erodibili formazioni eoceniche, ma poi di nuovo si fanno ristrette, in corrispondenza alle masse calcaree delle ellissoidi, che attraversano in gole profonde. La valle del Tagliamento, pur essa trasversale da Portis sino in pianura, è relativamente larga e a fondo ampio, in dipendenza sia della maggiore potenza erosiva del fiume, sia dell'intensa escavazione esercitata dai ghiacciai. Gli stessi caratteri presenta la valle contigua del Melò, probabile antico corso del Tagliamento, la cui valle trasversale sarebbe invece opera della Fella. La posizione di queste due valli fu probabilmente determinata da cause tettoniche, e cioè dalla esistenza di una frattura trasversale (accertata) lungo la valle del Melò e forse di una seconda, pure trasversale, ma non visibile alla superficie e perciò supposta, che corre al piede orientale del Brancòt e dall'abbassarsi delle zolle stratificate in corrispon-

denza della zona divisoria fra le Prealpi Carniche e le Prealpi Giulie. L'ampio sbocco della valle sopra Osoppo, coincide con la presenza di un vasto bacino sinclinale, di direzione submeridiana, occupato dalle erodibili formazioni terziarie, nelle quali l'erosione fluviale dapprima e l'escavazione glaciale poi, hanno avuto facile gioco.

Lo scavo delle valli non fu continuo ed uniforme. Una fase di sosta è indicata da un livello di terrazzi orografici situati fra 300 e 400 m. sui fondi vallivi odierni. Alla stessa fase appartengono probabilmente i ripiani e i fondi di valle spianati del Campo di Bonis, della Cernauoda e il piano des Farcadizzis nella zona submontana delle Giulie.

Questo livello di denudazione è ancora pliocenico, in quanto che le più antiche morene e alluvioni quaternarie scendono con la loro base ad alcune centinaia di metri sotto di esso.

Le placche alluvionali riferite al Quaternario antico, che si stendono nella valle del Tagliamento, sulla sponda orientale del lago di Cavazzo ed a Braulins, si livellano ad un'altezza di 200 m. sopra il fondo vallivo odierno, e in alcuni punti scendono con la loro base sino a questo. Nelle valli della Cellina, della Meduna e dell'Arzino le stesse alluvioni si stendono fra 140 e 300 m. sul torrente. La profondità dell'incisione delle valli avvenuta dopo la deposizione di queste alluvioni è probabilmente connessa con un generale sollevamento dell'arco alpino effettuati durante il Quaternario. Il sollevamento

sembra però diminuire nella zona esterna delle Giulie, in accordo col deprimersi del fondo delle valli procedendo dal Tagliamento all'Isonzo. Il terrazzo alluvionale antico (probabilmente rissiano) di Tarcento giace a soli 50 m. sul fiume. Nella valle del Natisone, le alluvioni rissiane stanno sotto quelle würmiane. Nella pianura del Natisone, le alluvioni antiche e recenti hanno in parte sommerso le più esterne propaggini collinose, che nei colli di Rosazzo e di Buttrio emergono come isole dal piano alluvionale. In quanto alla morfologia dell'anfiteatro e della pianura, rimando al capitolo sul Quaternario.

V. - PERMEABILITA' DEI TERRENI E ACQUE SOTTERRANEE

I. *Rilievi calcareo - dolomitici.* Le rocce dolomitiche che costituiscono la massa maggiore della zona montana, sono attraversate da fessure per lo più numerose e più o meno estese, ma generalmente sottili e non beanti. Le dolomie del Carnico presentano una struttura comminuta per numerosissime e sottili fenditure per cui, quando sono esposte all'atmosfera, tendono a sgretolarsi in minuto detrito angoloso. Tali fessure però sono generalmente richiuse, latenti. Frequenti sono pure le piccole fratture, a superfici speculari di frizione. Le une e le altre però hanno ordinariamente le superfici aderenti e sono talvolta rilegate da fino materiale di frizione.

I giunti di stratificazione, così nelle dolomie del Carnico come in quelle del Norico, sono per lo più evidenti e continui, ma pur essi con le superfici degli strati perfettamente aderenti. La scarsa solubilità della dolomia rende meno facile la trasformazione delle fessure dallo stato latente o capillari, in fessure beanti, per l'opera solvente dall'acqua carbonatica: onde la mancanza o meglio la poca frequenza

delle cavità carsiche (doline, voragini e caverne) nelle masse dolomitiche della regione in esame (1).

La penetrazione delle acque nelle masse dolomitiche avviene in misura assai meno ragguardevole che nelle masse calcaree giuresi e cretacee; e assai più lenta vi dev'essere la circolazione sotterranea in dipendenza del minore sviluppo della rete interna di fenditure aperte e di canali.

Nel territorio qui considerato, la penetrazione delle acque nelle masse dolomitiche è però agevolata dal fatto che le stesse si presentano per solito in istrati fortemente inclinati, il che permette l'infiltrarsi delle acque nei giunti di stratificazione.

I calcari del Dachstein e quelli giuresi, che si associano alla Dolomia per formare le masse orografiche della zona montana, presentano un discreto sviluppo di fenomeni carsici, sotto forma sia di solcature (*Karren* o *lapiaz*), frequenti negli ampi lastroni del versante settentrionale delle catene del Ciampón, del Gran Monte e del Musi, sia di doline, sia infine di voragini (pozzi con neve del Ciampón, di casere Zaora e del Musi). La formazione di queste voragini e grotte - voragini, seguenti nel complesso l'andamento degli strati, è in evidente relazione con la posizione inclinata delle zolle stratificate.

(1) Le cavità descritte come aventi sede nella Dolomia principale (pozzo con neve sotto il passo Stilizza, nel versante meridionale della catena del Musi ecc.) si aprono in realtà nel calcare del Dachstein o nel calcare liasico.

Nelle masse calcareo - dolomitiche, la penetrazione delle acque è nel complesso relativamente cospicua, come provano le numerose e copiose sorgenti che vengono a giorno alla base delle stesse.

Una linea di sorgenti, alcune delle quali ragguardevoli si stende alle falde delle catene del Ciampón e del Gran Monte - Montemaggiore - Stol, a contatto con i terreni marnoso - arenacei dell'Eocene e del Senoniano, che per effetto della piega - faglia periadriatica vengono ad immergersi sotto la zolla dolomitica, funzionando da battente impermeabile alle acque in questa circolanti. Hanno tale origine alcune delle sorgenti del Cornappo e del Natiosone. Va rilevato che in queste catene una parte notevole e talvolta la massa maggiore delle acque sotterranee affiora alla base del versante meridionale, ad onta che la immersione a nord degli strati tenda ad avviarle verso il fianco settentrionale. Questa circostanza si deve, a mio parere, al fatto che le acque circolanti nel sottosuolo vengono prima a raccogliersi in profondità, sostenute dalla stessa massa dolomitico - calcarea che si fa più compatta, e poi sollecitate a defluire verso sud, pel più basso livello occupato dallo sfioratore impermeabile dei terreni eocenici rispetto alla base settentrionale delle catene montuose. E' da notare peraltro che alcune delle sorgenti situate ai piedi delle catene montane, escono alla base degli estesi ricoprimenti di falda che ne rivestono i fianchi e sono alimentate dalle

acque infiltrantisi nel materasso detritico e che si raccolgono a contatto con la roccia in posto.

Sorgenti assai copiose sprizzano pure al piede del versante meridionale della catena del Musi, in fondo ai canali che lo solcano. Una polia poderosa sgorga anche nel versante settentrionale (Fontanon del Barmàn).

Nel fianco settentrionale di queste catene, la risorgenza delle acque è talvolta determinata (sorgente agli stavoli Rassuha, nell'alta valle dell'Uccea), dal sovrapporsi agli strati dolomitici e calcarei degli strati impermeabili di *Flysch*, che funzionano da battente, obbligando le acque profonde a risalire lungo di essi.

La catena del Corno - Còvria alimenta alcune sorgenti che scaturiscono alla base del versante settentrionale (sorgente di Avasinis, 200 m. e sorgenti del Leale). Altre scaturigini si hanno nel versante settentrionale della catena dell'Amula (sorgente del Rio Sivil) e alla testata della valle del Palàr.

II. *Altipiani calcarei dell'Arzino, della Bernàdia e del Natisone*. I fenomeni carsici hanno il loro più ampio sviluppo nelle masse calcaree giuresi - cretacee della zona submontana. La superficie di questi rilievi, foggiate ad altipiano, è cribrata da numerose doline, di forma e dimensioni varie: non mancano poi solcature carsiche, piccole voragini e grotte. Le masse calcaree sono intensamente fessu-

rate e con fessure beanti, talvolta però obliterate da accumuli di terra rossa. Le acque vengono rapidamente assorbite, donde la mancanza di correnti superficiali continue e perenni, quando naturalmente si prescinda da quelle - come l'Arzino, la Torre, il Cornappo e il Natisone - che le attraversano proveniendo da regioni più o meno lontane.

Le acque assorbite vengono a giorno alla base degli stessi altipiani, e per lo più in fondo alle incisioni vallive, dando luogo a copiose sorgenti. L'altipiano della Bernàdia e del monte Pajùl alimenta le sorgenti di Torlano (in parte utilizzate per l'acquedotto di Nimis), che sgorgano ai due lati del Cornappo presso il margine esterno dell'ellissoide. La cintura marnoso - arenacea eocenica, che contorna l'ellissoide, tiene in collo le acque, che si adunano in profondità, a monte di essa, dando luogo ad un livello acquifero (acqua di base) forse soltanto locale, che trabocca nel punto più depresso della cintura impermeabile.

Le sorgenti del Barquét (Anduíns), nell'ellissoide dell'Arzino, escono parimenti dal margine meridionale della massa calcarea, presso il contatto coi terreni eocenici che la fasciano. Altre risorgenze si hanno poi in fondo alla gola dell'Arzino. Il dislivello esistente fra queste polle, indica che probabilmente non esiste un livello unico e continuo di acque profonde, bensì solamente degli adunamenti locali o libera circolazione delle acque nel sistema interno di canali. Un pò sopra la sorgente

del Barçuet, si apre la grotta des Agànis (473 m.), lunga 305 m. e percorsa dopo le piogge da un torrente, forse un'eccedenza della vicina sorgente ch'è situata a 400 m.

Nell'ellissoide della Bernàdia, un po' a monte e più in alto delle sorgenti di Torlano (245-252 m.), si apre la grotta Pre-oreak (293 m.), lunga quasi 300 m. e che in periodi di piogge dà sfogo ad un torrente. La grotta è probabilmente in comunicazione, per mezzo di canali inaccessibili, con quella di Viganti, situata più in alto (540 m.) e che assorbe in tempo di piogge un corso d'acqua che percorre la piccola valle chiusa di Tapotcletia. E' probabile che la grotta Pre-oreak rappresentasse in origine lo sbocco d'una sorgente perenne, rimasta poi a secco a causa dell'abbassamento del livello delle acque profonde in sèguito all'approfondirsi della valle. Altra grotta a sbocco intermittente è quella di Vedronza (315 m.), nella chiusa della Torre, pure scavata nel calcare cretaceo della Bernàdia.

III. Rilievi prevalentemente calcarei dell'Eocene.

I fenomeni carsici non sono limitati alle masse calcaree giuresi - cretacee testè descritte, ma hanno notevole sviluppo pure nei rilievi submontani delle Giulie, costituiti dalla zona inferiore, prevalentemente calcarea, dell'Eocene. Qui però l'idrografia sotterranea offre caratteri peculiari, a causa della diversa costituzione dei rilievi, formati da un'alternanza di potenti banchi calcarei fessurati con zone

marnoso - arenacee subimpermeabili. I banchi calcarei si comportano come vere e proprie roccie carsiche. Data la speciale struttura a cupola di tali terreni, i banchi denudati rimangono scoperti per tratti abbastanza estesi, costituendo dei ripiani più o meno inclinati (cime dei monti Jauer, Na-hrad, Carnizza e Joanes e altipiani di Valle, del Nauàs e del Kraguenza), crepacciati, cosparsi di doline e piccole voragini, che rappresentano dei veri e propri lembi di Carso. A differenza però delle masse calcaree giuresi - cretacee, che formano un tutto continuo (nelle quali le acque circolanti possono scendere senza notevoli arresti, per interposizione di strati impermeabili, verso le parti più profonde, per affiorare presso il fondo delle valli), nei rilievi eocenici ciascun banco calcareo si trova limitato fra due strati impermeabili, che lo separano dai banchi contigui. Le acque che vi penetrano tendono pertanto a raccogliersi sopra il fondo impermeabile. La ricchezza idrica di questi banchi, più che dalla loro potenza dipende dall'estensione della superficie affiorante, che è massima quando il banco viene allo scoperto in posizione orizzontale o poco inclinata, minima quando è verticale o comunque tagliato in testata dalla superficie del suolo.

Nelle testate delle valli del torrente Gorgòns, della Lagna, della Malina, del Grivò e del Ciarò, occorre spesso che i banchi vengono a giorno con fronte orizzontale e dolcemente inclinati verso valle: alla loro base si ha allora una linea continua di sor-

genti di versamento. Un tale esempio si osserva a Canzelirs (Malina), dove le acque circolanti in uno di questi banchi hanno scavato una grotta (Furmie) lunga 74 m. Eguale origine ha l'ampia caverna del Foràn di Landri, sopra Prestento, scavata nello spessore di una potente assisa calcarea, in corrispondenza ad una lente marnosa ad essa intercalata, che funge da sottostrato impermeabile. Entrambe le grotte sono percorse da un rivoletto d'acqua perenne, che si trasforma durante le piogge in copioso ruscello. Pure di versamento sono le sorgenti Pot-hum, uscenti sulla sinistra del Legrada, a monte di Prosenicco, da un banco calcareo a contatto col *Flysch*.

Lungo il margine esterno dei dossi eocenici delle Giulie, gli strati da prima piegati ad ampia cupola, s'inflettono bruscamente verso il piano, presentandosi localmente rovesciati. Le acque assorbite sull'altipiano sono così condotte a defluire verso il fondo delle valli, dove escono a contatto ora con la base impermeabile ora con il tetto, pure impermeabile, che funziona da battente od otturatore. Quest'ultimo è il caso della sorgente del Fornàt di Torreano (185 m.), alimentata dalle acque assorbite sull'altipiano del Mladesena. Eguale origine ha la sorgente di Mòntina (Prestento), che alimenta l'acquedotto di Premariacco, con una portata nelle magre ordinarie di 20 litri al secondo; come pure il ruscello che esce dalla grotta des Aganis, alla testata della valle del Ciarò di Prestento, e che ha

il suo bacino di raccoglimento sull'altipiano calcareo di Valle.

IV. *Rilievi marnoso - arenacei dell'Eocene*. Si distinguono per la scarsa permeabilità, conseguente alla natura prevalentemente marnosa delle rocce e alla mancanza d'intercalazioni un po' potenti e continue di rocce porose o fessurate. I banchi di brecciola calcarea e di puddinga che vi si trovano qua e là intercalati, danno alimento a piccole sorgenti prive di importanza. Lo stesso si può dire del complesso marnoso - arenaceo senoniano che circonda il monte Ljubja.

V. *Rilievi arenaceo - marnosi e conglomeratici del Miocene*. I terreni arenacei e marnosi del Langhiano ed Elveziano sono nel complesso poco permeabili; il che, aggiunto alla loro limitata estensione superficiale, fa sì che non diano alimento a sorgenti d'importanza.

Notevolmente permeabili, sia per porosità sia per fessurazione, sono i conglomerati tortoniani e pontici, nei quali ultimi (monte di Ragogna e colle di Susàns) hanno sviluppo anche i fenomeni carsici (doline e inghiottitoi). Data però la scarsa estensione superficiale di questi terreni e l'intercalarsi di strati e lenti argillose, le sorgenti a cui danno vita hanno debole portata ed escono per lo più a contatto con le menzionate intercalazioni impermeabili o quasi impermeabili.

VI. *Anfiteatro morenico del Tagliamento*. Il suolo morenico, grazie all'abbondante impasto di limo che avvolge i ciottoli, è poco permeabile. Questo fatto, unitamente alla disposizione caotica del detrito roccioso e quindi alla mancanza d'intercalazioni un po' estese e continue di materiali porosi che funzionino da livelli acquiferi, ovvero impermeabili, che raccolgano in un'unica falda le acque circolanti nel sottosuolo e alla ristrettezza dei bacini d'alimento, fa sì che le sorgenti vi siano relativamente scarse e di gettito trascurabile. Locali livelli acquiferi si formano in corrispondenza alle lenti ghiaiose e conglomeratiche intercalate o sottoposte alle morene (sorgenti di Leonacco). Piccole sorgenti e stillicidi trasudano però anche dal suolo morenico.

VII. *Campo di Osoppo*. La pianura di Osoppo è costituita da un piatto cono ghiaioso che passa verso valle, per ripetute alternanze, a materiali via via più sottili. Il complesso si adagia sopra un fondo impermeabile di argille lacustri. L'acqua del Rio Vegliato, dell'Orvenco e soprattutto quelle del Tagliamento, che s'infiltrano copiose nel materasso ghiaioso, vengono a rinascere a valle in grosse polle, uscenti in parte all'unghia delle conoidi del Rio Vegliato e dell'Orvenco, fiancheggianti verso oriente il campo di Osoppo, e in parte nel mezzo della pianura, al passaggio dalla zona prevalentemente ghiaiosa a quella sabbioso-argillosa. Fra quest'ultime sono notevoli le sorgenti del Rio Gelato (pro-

poste pel grande acquedotto della pianura), che scaturiscono con numerose polle, a portata quasi costante, nel piano situato a ovest di Buia (170 m.), riunendosi in un rio che va ad ingrossare la Ledra. Questo fiume, vera arteria di risorgiva, raccoglie la considerevole massa delle acque uscenti nel campo di Osoppo: la sua portata ordinaria è di circa 9 mc. al secondo (6, 5 - 7 mc. nelle maggiori magre e 80 nella massima piena). Una parte delle acque circolanti nel sottosuolo del campo di Osoppo, insinuandosi fra lenti subimpermeabili, dà origine a piccole falde artesiane.

VIII. *Alta pianura*. Eminentemente ghiaiosa e permeabile. Le precipitazioni locali e le infiltrazioni dei corsi d'acqua (massimo fra questi il Tagliamento) danno alimento ad una falda freatica unica e continua, che s'inizia alla profondità di 70 - 80 m. lungo le falde prealpine e alla base dell'anfiteatro e che si avvicina gradualmente alla superficie del piano procedendo verso valle, sino ad affiorare nella così detta zona delle risorgive, sotto la Stradalta. I pozzi dell'alta pianura, intieramente asciutta alla superficie, attingono quasi tutti a questa falda acquifera, e soltanto pochi, situati per lo più al margine settentrionale della pianura, si arrestano sopra di essa, traendo profitto da piccoli e locali livelli acquiferi, dovuti a intercalazioni di lenti subimpermeabili in seno al materasso ghiaioso.

E' degna di particolare menzione la sorgente

di S. Agnese (184 m.), che scaturisce nel piano a nord di Qualso e che alimenta l'acquedotto di Udine. La sorgente trae origine dalle infiltrazioni della Torre, che formano un locale livello acquifero alla base del terrazetto alluvionale che si stende sulla sua destra, di fronte alla confluenza del Cornappo. La sorgente ha una portata media un po' superiore a 200 litri al secondo.

IX. *Sorgenti della Torre.* Le sorgenti della Torre (529 m.) escono con numerose polle, vicine l'una all'altra e d'una portata complessiva non inferiore in magra a 700 litri al secondo, all'imbocco della valle di Musi. Le sorgenti sono alimentate dalle acque assorbite dal materasso ghiaioso che copre l'ampio fondo della valle di Musi e che scorrendo sotterraneamente sul fondo della valle, vengono a raccogliersi ed a risorgere nel suo punto più depresso, all'inizio della chiusa della Torre, che è scavata nella viva roccia.

X. *Sorgente idrosolforosa di Patóchis, presso Tarcento.* La piccola sorgente idrosolforosa di Patóchis, tracima dalle arenarie eoceniche in una valletta che scende dal versante meridionale della Bernàdia, presso Tarcento, a circa 300 m. s. m. L'idrogeno solforato disciolto nell'acqua è probabilmente dovuto alla decomposizione della pirite contenuta in piccoli nodi e finemente diffusa nelle rocce eoceniche. Secondo un'analisi del Prof. DOME-

NICO FERUGLIO, la sorgente contiene in un litro: idrogeno solforato libero gr. 0.0026; anidride carbonica libera 0.00495. Il residuo fisso a 100° C. è di gr. 0.3384 per litro e a 180° C. di gr. 0.3304. Tra le sostanze disciolte più notevoli si hanno in un litro d'acqua: ione sodio (Na) 0.055759; litio (Li) tracce; calcio (Ca) 0.04862; magnesio (Mg) 0.01695; ione solforico (SO₄) 0.01295; ione idrocarbonico (HCO₃) 0.372148 (¹).

(¹) Una sorgente idrosolforosa, con scarso contenuto d'idrogeno solforato, esce dai terreni eocenici ai piedi dei colli di Buttrio e un'altra presso Nimis. Dai terreni eocenici, al contatto coi calcari cretacei, esce pure la sorgente idrosolforosa di Anduins, situata nella valletta del Barquét a circa 400 m. s. m. Secondo due analisi eseguite dal Prof. DOMENICO FERUGLIO, l'acqua ha reazione alcalina alla fenolftaleina. Residuo a 100° C., 0.502 e 0.625 per litro; a 180° C., 0.493 e 0.616 per litro. Idrogeno solforato, gr. 0.0067 per litro; ione sodio 0.179; potassio 0.003; litio 0.0001; calcio 0.0085; magnesio 0.0065; ferro 0.0001; cloro 0.0174; iodio, tracce; residuo solforico 0.036; residuo carbonico 0.227.

VI. - MINIERE E CAVE

Giacimento d'ematite rossa del Roncàt. E' situato a circa 1135 m. s. m., nel fianco meridionale della catena del Niski Uorch (bacino del Rio Bianco - Ucea). In mezzo agli strati di dolomia, inclinati a nord di 55-60°, si presentano degli straterelli, grossi da pochi millimetri a 30 - 40 cm., di ematite color rosso - vino intenso, farinosa alla superficie, scura e compatta nell'interno e a frattura generalmente scistosa. Piccole vene e tasche di minerale si trovano anche in fenditure oblique o normali ai piani di stratificazione. La qualità del minerale è buona (tenore medio di $Fe_2 O_3$ 85 %), ma la quantità ne è troppo esigua per prestarsi ad una coltivazione proficua.

Boghead e scisti bituminosi. Un orizzonte più o meno continuo di dolomie bituminose, per lo più a stratificazione sottile, s'intercala circa a metà spessore della Dolomia principale. Fra gli strati di dolomia bituminosa, generalmente povera di sostanze organiche, s'intercalano lenti e straterelli di *boghead* leggero, bruno, compatto, a frattura concoide, talvolta alquanto scistoso. Brucia facilmente con fiamma lunga e luminosa e con sviluppo di fumo denso a odore acre.

Un orizzonte di dolomie bituminose si stende nel fianco meridionale della catena del Musi, fra 1100 e 1200 m. s. m. e prosegue sulla destra della Venzonassa, passando per casera Navis e per la confluenza della Venzonassa con la Val di Moeda. Lenti di *boghead*, intercalate a questo orizzonte, compaiono nella selletta retrostante alla quota 1156, sulla sinistra del Seleni potok (Musi) e a casera Navis, con uno spessore di pochi decimetri. Lo stesso livello ricompare sul cocuzzolo sovrastante agli stavoli Ceregnóns, sopra il lago di Cavazzo, dove lo strato di *boghead* ha uno spessore di 10-30 cm. Due zone continue di dolomie bituminose si stendono, con direzione da est ad ovest, nella valle del Palàr.

L'orizzonte di dolomie bituminose del Musi ricompare nella valle della Torre, a monte di Pradielis. Una fascia di dolomie bituminose passa pel monte Jóf, sopra Avasínis e per la malga Pecolaz, sulla destra del Leale, dove contiene lenti di *boghead*.

Un orizzonte continuo di calcari sottilmente stratificati e scisti bituminosi s'intercala in mezzo alla serie cretacea della Bernàdia ed affiora nelle valli della Torre e del Cornappo. Giacimenti di scisti bituminosi (piroscisti) si trovano a più livelli nella serie eocenica. Lo scisto è leggero e di colore nerastro: brucia con fiamma lunga e fumosa. Lo scisto leggero ed infiammabile passa gradualmente a marne via via meno ricche di sostanze organiche.

Se ne hanno giacimenti presso Flaipano, ai due lati del torrente Gorgóns, presso Taipana e nella valle del torrente Lagna, fra Nongruellis e Pecòl; presso l'abitato di Subít (Attimis) e presso Vallemontana (Nimis). La ricchezza di questi giacimenti è troppo esigua perchè si possano prestare ad una coltivazione proficua.

Giacimenti di lignite. Lenti e strati di lignite s'intercalano nei terreni argillosi e molassici del Cianêt (Peònis) e del colle di San Rocco (Osoppo). Nel bacino del Cianêt, il banco più cospicuo finora segnalato ha uno spessore utile di 1,5 m. In genere però, le intercalazioni lignitiche hanno spessore di solo pochi decimetri. La lignite è nera, compatta, a frattura concoide e lucente, del tipo delle ligniti picee: brucia con fiamma lunga e fuliginosa, con odore di bitume, decrepitando per la presenza di solfuro di ferro. Il tenore in carbonio fisso varia fra il 24 e il 53 %; quello delle ceneri fra il 3 e il 26 %: il potere calorifico è in media di 4500 calorie. Il combustibile nel complesso è di qualità buona: gli nuoce però il forte contenuto di solfuro di ferro. Le intercalazioni lignitiche hanno però potenza ed estensione limitata, di modo che difficilmente potranno essere oggetto d'industria mineraria, salvo forse in circostanze di commercio eccezionali.

Al colle di San Rocco, ad Osoppo, il massimo spessore utile riscontrato di combustibile è di 0,5

m.: cattiva è la qualità della lignite, terrosa e friabile.

Sottili strati lignitici, privi d'importanza industriale, si trovano in mezzo agli strati argillosi, sabbiosi e molassici intercalati ai conglomerati del Tortoniano (Flagogna, Castelnuovo). Più importanti giacimenti si hanno invece nel Pontico, a San Pietro di Ragogna. La lignite forma quivi degli strati, potenti al massimo 0,81 m., in mezzo ai letti argillosi e arenacei intercalati ai banchi conglomeratici. Il combustibile è bruno, scistoso, poco compatto, talvolta con struttura vegetale evidente, ricco di ceneri (8-49 %) e relativamente povero di carbonio fisso (17 - 30 %).

Torbiere. Le depressioni situate fra le cerchie dell'anfiteatro morenico tilaventino sono occupate da numerose torbiere, corrispondenti ad antichi bacini lacustri. La potenza del feltro torboso varia fra qualche decimetro e 2,5 m. La torba è costituita quasi esclusivamente da resti di piante vascolari, specialmente Ciperacee. Il combustibile è bruno, compatto e pesante negli strati profondi, spugnoso e con struttura vegetale ben conservata negli strati superiori. La torba compatta ha maggiore potere calorifico ed è impiegata per cottura di laterizi, nei setifici ecc.: la torba spugnosa e leggera brucia con facilità, lasciando abbondante residuo di ceneri; essa viene usata nei focolari domestici. Il potere calorifico delle nostre torbe oscilla fra 2000 e 3000

calorie. Le torbiere furono oggetto negli ultimi decenni d'intensa coltivazione e sono ormai prossime al loro esaurimento. La torba si taglia in prismi rettangolari o mattonelle che si fanno seccare al sole.

Argille. Il fondo delle depressioni intermoreniche dell'anfiteatro del Tagliamento è spesso occupato da potenti depositi di argille lacustri, alquanto calcarifere, che furono e sono oggetto d'intensa coltivazione, per fabbrica di laterizi, in diversi punti (S. Daniele, Farla, Colloredo di Montalbano, Buia, Zegliacco). Altri giacimenti di argilla si trovano in corrispondenza ad antichi bacini lacustri o paludosi ai piedi dei colli marnoso - arenacei dell'Eocene (Tarcento, Campeglio, Rubignacco).

Materiali refrattari. Una cava di arenaria quarzosa è stata aperta nel colle Vasselút, presso Osoppo. Come materia prima per materiali refrattari silicei potrebbero essere utilizzate le arenarie quarzose intercalate, sotto forma di banchi potenti vari metri, nei terreni oligocenici di Osoppo, di Braulíns e del Cianêt, sopra Peónis. Particolarmente ricco è il giacimento di Peónis, dove le arenarie quarzose, situate a più livelli, contengono sino' al 98 % di silice.

Materiali per calci idrauliche e cementi. I terreni eocenici, così largamente diffusi nel territorio

considerato, contengono a vari livelli strati e banchi di marne e di calcare marnoso (quest'ultimo per lo più ricoprente i banchi di calcari clastici), spesso di considerevole potenza, che si prestano ottimamente per la fabbricazione di materiali idraulici e particolarmente di cemento a lenta presa (Portland). La cava più notevole finora aperta è quella di Torreano, coltivata dalla Fabbirca Udinese di Cementi. Giacimenti cospicui di calcare marnoso, legati di consueto ai principali banchi calcarei che formano il complesso inferiore (prevalentemente calcareo) dell'Eocene, si stendono in tutta la zona eocenica compresa fra Magnano in Riviera e Cividale.

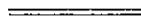
Pietre ornamentali. L'unica cava di pietra ornamentale aperta nell'area del foglio Udine, è quella di Vallemontana (Nimis), dove si estrae un calcare bianco, suboolitico o subcristallino, di età senoniana. La roccia è suscettibile di levigatura ed è impiegata per opere decorative nelle costruzioni edilizie; è discretamente resistente alle intemperie.

Come pietre ornamentali potrebbero forse essere utilizzate talune delle rocce del sistema giurese, quali i calcari oolitici del San Simeone e del Cumièli, i calcari a Crinoidi liasici di Uccèa e del Ciampón e forse anche i calcari mandorlati rossi del Giurese superiore del San Simeone, Cumièli e Ciampón.

Pietre da costruzione. Buoni materiali da costruzione si trovano in tutte le formazioni dal Tria-

sico sino al Quaternario. Sono degne di speciale menzione le brecciole e arenarie calcaree eoceniche (le prime note volgarmente col nome di *pietra piacentina* e le seconde di *pietra vernadia*), di cui si hanno numerose cave in tutta la zona che si stende fra Magnano in Riviera e Cividale.

Queste rocce sono largamente impiegate nelle costruzioni edilizie e come materiale di pavimentazione nell'intera provincia. Vanno infine segnalate le puddinghe selciose dell'Eocene con cui si fanno macine da molino.



AVVERTENZA

La stampa del foglio geologico di Udine è avvenuta durante una mia assenza dall'Italia, che mi ha impedito di rivedere personalmente le bozze. Nella stampa della carta sono perciò occorse alcune piccole sviste ed omissioni su cui desidero richiamare l'attenzione. La piccola area in bianco situata a nord di Fontanabona (anfiteatro morenico) è costituita da morene würmiane. Con la stessa tinta vanno pure segnati: il piccolo affioramento alla quota 573, sul fianco orientale del monte Pedròc; i due piccoli lembi presso il Castello di Flagogna; il rilievo su cui è adagiato il paese di Flagogna; il lembo a C. Pontaiba; di Val Planecis (monte Còvria); di Casera Gleris (Cuèl di Lanes) e sud del monte Hum (versante N della catena del Montemaggiore-Stol). Pure morenico è il pendio sulla destra dell'Orvenco, a Montenàrs. Sono costituiti da conglomerati diluviali: il piccolo affioramento a ovest della prima lettera della parola Pert (Valle dell'Arzino); quelli situati in margine ai terrazzi diluviali recenti di Forgaria; quello fra Pozzalis e Rive d'Arcano; il lembo adagiato sul pendio meridionale del colle fra Braulins e Trasàghis e quello di Interneppo.

L'area in bianco a Zuc e a Sornins inferiore (Artegna), spetta alla zona inferiore dell'Eocene. È costituita da detrito l'area in bianco sulla destra del Tagliamento, a NE di Bordano. Va sostituita con una *l* (minuscola) la *L* (maiuscola) sulla sponda occidentale del lago di Cavazzo e va soppressa la *L* nell'abitato di Peonis. È formato da dolomia brecciata il lembo adagiato sull'Eocene a N del Monte Pedròc. Spettano al Carnico le due striscie presso M.ga Amula e al M. Corgnul (bacino del Leale) e quella di Valle del Tochel, al piede meridionale del M. Corno e a sud del Col di Forca.

INDICE

I. INTRODUZIONE	Pag. 3
1. Orografia	» 3
2. Precedenti studi sulla regione	» 5
II. LA SERIE DEI TERRENI	» 8
I. <i>Mesozoico</i>	
1. Trias superiore	» 8
a) Carnico	» 8
b) Norico	» 8
c) Retico	» 9
2. Giurese	» 10
a) Giurese inferiore (Lias)	» 10
b) Giurese medio (Dogger)	» 11
c) Giurese superiore (Malm)	» 11
3. Cretaceo	» 14
Cretaceo in generale, con facies di calcare a Rudiste	» 14
Cretaceo superiore a facies calcarea e marnoso-arenacea e marne scagliose rosse	» 16
II. <i>Cenozoico</i>	» 19
I. Eocene	» 19
a) Complesso inferiore, prevalentemente calcareo	» 20

b) Complesso superiore prevalentemente marnoso-arenaceo	Pag. 21
2. Oligocene	» 22
3. Miocene	» 23
a) Langhiano	» 24
b) Elveziano	» 24
c) Tortoniano	» 24
d) Pontico	» 25
III. Neozoico (Quaternario)	» 26
1. Diluvium (Glaciale)	» 26
Anfiteatro morenico dell' Isonzo	» 28
Altri depositi glaciali	» 29
Morene di circo	» 30
La pianura	» 30
Resti di alluvioni antiche nella pianura e nelle valli	» 31
2. Alluvium (Posglaciale)	» 34
Alluvioni	» 34
Laghi e torbiere	» 34
Coni di deiezione : materiali di falda e di frana	» 36
Resti di Mammiferi fossili e dell' industria umana preistorica nelle caverne	» 36
III. TETTONICA	» 38
Principali fasi di diastrofismo	» 38
Principali linee tettoniche	» 39
IV. MORFOLOGIA	» 45
V. PERMEABILITÀ DEI TERRENI E ACQUE SOTTERRANEE	» 53
I. Rilievi calcareo-dolomitici	» 53

II. Altipiani calcarei dell'Arzino, della Bernàdia e del Natisone	Pag. 56
III. Rilievi prevalentemente calcarei dell' Eocene	» 58
IV. Rilievi marnoso-arenacei dell' Eocene	» 61
V. Rilievi arenaceo-marnosi e conglomeratici del Miocene	» 61
VI. Anfiteatro morenico del Tagliamento	» 62
VII. Campo di Osoppo	» 62
VIII. Alta pianura	» 63
IX. Sorgenti della Torre	» 64
X. Sorgente idrosolforosa di Patòchis	» 64
VI. MINIERE E CAVE	» 66
Giacimenti d'ematite rossa del Roncàt	» 66
Boghead e scisti bituminosi	» 66
Giacimenti di lignite	» 68
Torbiere	» 69
Argille	» 70
Materiali refrattari	» 70
Materiali per calci idrauliche e cementi	» 70
Pietre ornamentali	» 71
Pietre da costruzione	» 71
AVVERTENZA	» 73

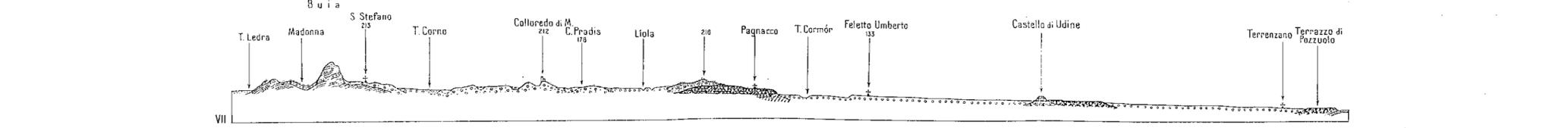
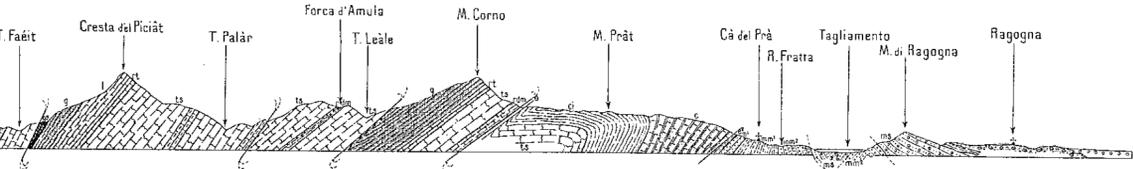
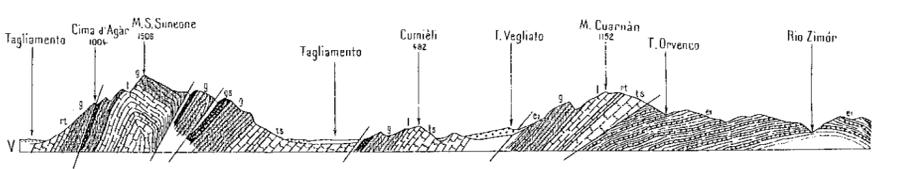
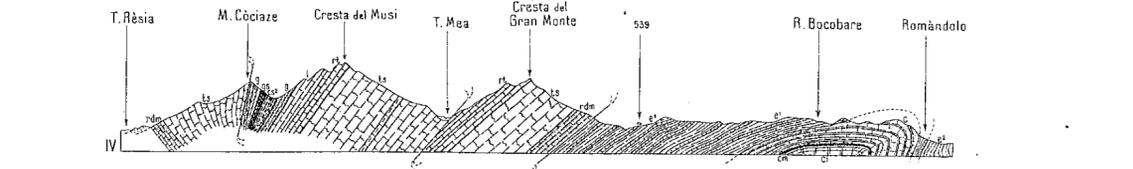
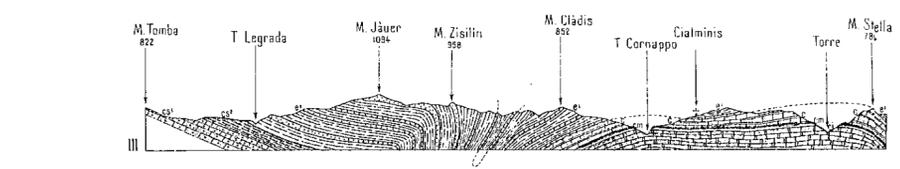
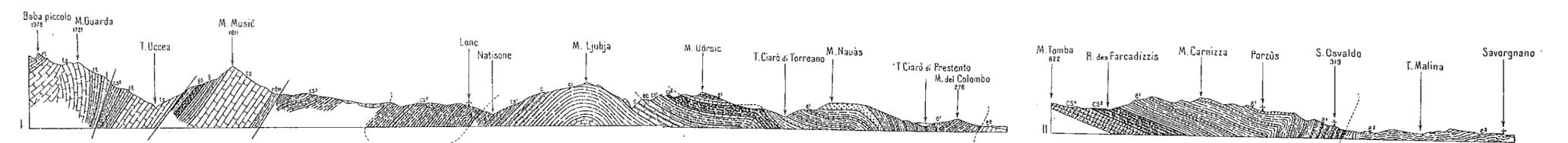
- Posgiaciale**
- Alluvioni recenti.
 - Coni di deiezione; falde di detrito e breccia.
 - Ghiaie, sabbie e limo.
 - Torbiera.

- Diluviale recente**
- Depositi fluvio-glaciali ed alluvionali per lo più grossolani e sciolti, terrazzati; alluvioni argillose alla base dei colli eocenici.
 - Morene dell'ultima glaciazione (Würmlano) e degli stadi posglaciali.
 - Morene ferrettizzate o degradate (Rissiano).
 - Alluvioni ferrettizzate, più o meno cementate.
 - Conglomerati diluviali di varia età.

- Diluviale medio e antico**
- Conglomerati di età incerta, forse Villafranchiani in parte ed in parte Quaternari.

- Miocene**
- ms** Pontico. — Conglomerati calcarei con intercalazioni argillo-marnose lignifere a fossili continentali.
 - mmz** Torfollano. — Conglomerati calcarei ad *Ostrea crassissima* con lignite e lenti sabbiose a *Potamides bidentatus*; molasse e sabbie ad *Ancilla glandiformis*.
 - mm1** Elveziano. — Marnose ed arenarie marnose a *Venus Dujardini*.
 - mi** Langhiano. — Arenarie marnose, molasse micacee ed arenarie glauconitiche con denti di pesce a *Pecten praescabrusculus*.

- Eocene**
- 0** Oligocene. — Arenarie quarzose a filitti; marnose ed argille lignifere e breccie calcaree.
 - e2** Zona superiore; complesso arenaceo-marnoso a facies di *Flysch* con lenti e banchi di breccie nummulitiche e di puddinghe selciose.
 - e1** Zona inferiore; marnose ed arenarie (*Flysch*) alternate con grossi banchi di breccie calcaree grossolane ("conglomerato pseudocretaceo"), di breccie di calcari arenacei compatti e di calcari marnosi.



- Cretaceo**
- ec** Marnose rosse scagliose ("Scaglia") con banchi di breccie a cemento marnoso rosso e strati arenaceo-marnosi (in parte Senoniano ed in parte Eocene).
 - csz** Senoniano. — Complesso arenaceo-marnoso con strati e banchi di breccie e brecciole calcaree (forse in parte equivalente alla zona inferiore dell'Eocene).
 - cs1** Senoniano. — Calcari arenacei e brecciati ad intercalazioni marnose del Monte Tomba e di Robidisco; calcari suboolitici e subcrystalini di Vallemontana.
 - e** Cretaceo in generale. — Calcari a *Rudistia*; calcari ad *Ellipsactinia* del monte Prät.
 - cm** Cretaceo medio. — Calcari in strati sottili e scisti bituminosi.
 - cl** Cretaceo inferiore e giurese. — Calcari con *Caprimidi* e *Radioliti*; calcari compatti brecciati; calcari coralligeni talvolta selciferi; calcari selciferi sottilmente stratificati.
- Giurese**
- gs** Giurese superiore. — Calcari selciferi scheggiosi, bianchi, rosei, o rossastri, in strati sottili; calcari mandorlati; rossi con *Ammoniti*; calcari di scogliera del Rauraciano.
 - g** Giurese in generale. — Calcari compatti selciferi e calcari oolitici.
- Trias superiore**
- l** Lias. — Calcari compatti o minutamente oolitici; calcari a crinoidi e a brachiopodi.
 - rt** Retico. — Calcari grigi compatti con grossi *Megalodon*, a stratificazione distinta e con intercalazioni marnose verdi; calcari grigi minutamente oolitici (in parte equivalenti alla zona superiore del Norico ed al Lias).
 - ts** Norico. — Dolomie e calcari dolomitici (Dolomia principale).
 - rdm** Carnico. — Dolomie friabili ("Dolomia marnosa").