

I SEGNI
DEI GHIACCI

QUADERNI DEL MUSEO GEOLOGICO DELLA CARNIA - 5

Pubblicazione edita con riferimento
alla mostra

**I segni dei ghiacci: tracce delle
glaciazioni nel paesaggio della Carnia**

Ampezzo
Museo Geologico della Carnia
piazza Zona Libera della Carnia, 5
33021 Ampezzo, Udine
geoampezzo@virgilio.it

Comunità Montana della Carnia
Comune di Ampezzo
Provincia di Udine

la mostra è stata curata dal
Museo Geologico della Carnia di Ampezzo

coordinamento
Giuseppe Muscio, Margherita Solari

testi
Giuseppe Muscio, Stefania Nardini,
Benedetto Sala, Margherita Solari

foto
Alberto Bianzan, Adalberto D'Andrea,
Ulderica Da Pozzo, Furio Finocchiaro,
Margherita Solari, Elido Turco,
Corrado Venturini, Roberto Zucchini

grafica
Furio Colman

disegni
Roberto Zanella (pag. 18, da Glacies, ed.
Museo Friulano di Storia Naturale di Udine)

un particolare ringraziamento a
Museo Friulano di Storia Naturale,
Chiara Anzolini, Mario Piva, Sergio Salvador

I SEGNI DEI GHIACCI

INTRODUZIONE

Una temperatura media di pochi gradi inferiori all'attuale e, in poche migliaia di anni, tutta la Carnia viene coperta dai ghiacci. Questo avviene, a più riprese, negli ultimi due milioni di anni (e probabilmente anche prima) ma in maniera ben documentata fra i 120.000 ed i 10.000 anni fa, con strascichi che si protraggono sino a poche migliaia di anni fa.

Come e dove possiamo leggere le tracce di questo particolare episodio della storia geologica del nostro territorio?

Vi sono elementi del **paesaggio** che ci aiutano a comprendere queste vicende, molto antiche per tutti noi ma avvenute pochi istanti fa se lette con gli occhi del geologo, colui che misura il tempo in milioni di anni.

Definire cos'è il paesaggio è piuttosto complesso: potremmo dire che è tutto ciò che ci circonda, un insieme di **aspetti naturali ed antropici** assai variegato. Queste due componenti, inoltre, si mescolano in percentuali assai variabili, creando così un continuo dalle condizioni di completa naturalità sino a quelle di urbanizzazione selvaggia.



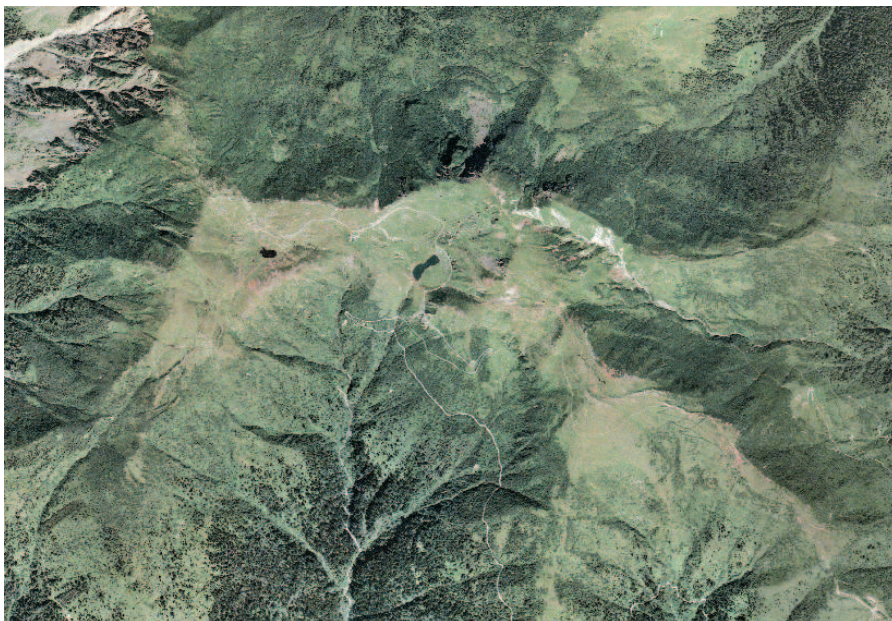
La forra della Vinadia, a occidente di Tolmezzo, originata dall'intensa attività erosiva del torrente omonimo: caratteristica delle forre sono le pareti verticali



La fronte di un ghiacciaio antartico



Area a forte impatto antropico: la confluenza fra Tagliamento e Bût ove sorge Tolmezzo



Area a forte naturalità: il settore alpino fra Monte Dimon e Monte Paularo; al centro si nota il Lago di Dimon

Nell'ambito di un'apposita Convenzione europea è stata adottata la definizione del paesaggio come ciò che *"designa una determinata parte del territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interazioni"*.

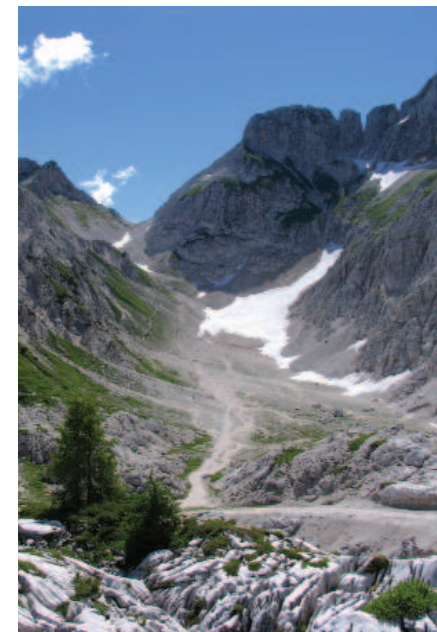
Il paesaggio è, quindi, anche l'insieme degli aspetti naturalistici di un territorio, che fungono da substrato agli interventi dell'uomo.

In tal senso appare evidente che, perlomeno nel mondo industrializzato, la ricerca di ampi spazi con paesaggi naturali sia destinata a scontrarsi con l'impatto antropico che, per quanto possa essere ridotto, è sempre presente: persino nelle aree di alta montagna non mancano le malghe dei secoli scorsi ed i rifugi e bivacchi degli ultimi decenni, il taglio del bosco o il suo reimpianto e così via. È quindi l'uomo il principale modellatore del paesaggio in questi ultimi millenni.

Ciò non vuol dire che la natura non abbia agito in maniera significativa: nel caso del nostro territorio è facile, ad esempio, pensare a frane, alluvioni, terremoti e ad altri eventi che hanno caratterizzato la storia della Carnia.

Si tratta di eventi naturali (anche se a volte indotti dal dissennato intervento umano) che vengono poi definiti "disastri" per il fatto di insistere su aree più o meno densamente abitate.

Ma è soprattutto in passato che la natura ha lasciato la sua impronta, potendo agire lenta ed inesorabile, senza i limiti posti dall'uomo.



I segni dell'attività glaciale sono ancora evidenti nell'area del Monte Canin

GLI ULTIMI MILIONI DI ANNI

Le grandi forze della natura modellano la crosta terrestre: esse sono, ad esempio, le costruttrici delle montagne, e la loro azione si sviluppa in tempi lunghissimi, misurabili in milioni di anni. Esistono però anche i modellatori “quotidiani” del paesaggio, come gli eventi meteorici, la forza di gravità, i fiumi, i ghiacciai. Sono tutti elementi naturali i cui effetti si notano in tempi lunghi (alla scala umana) ma che agiscono ed hanno agito intensamente da sempre e che, ad esempio, hanno conferito, nelle ultime decine di migliaia di anni, l'aspetto attuale a questo territorio montano.

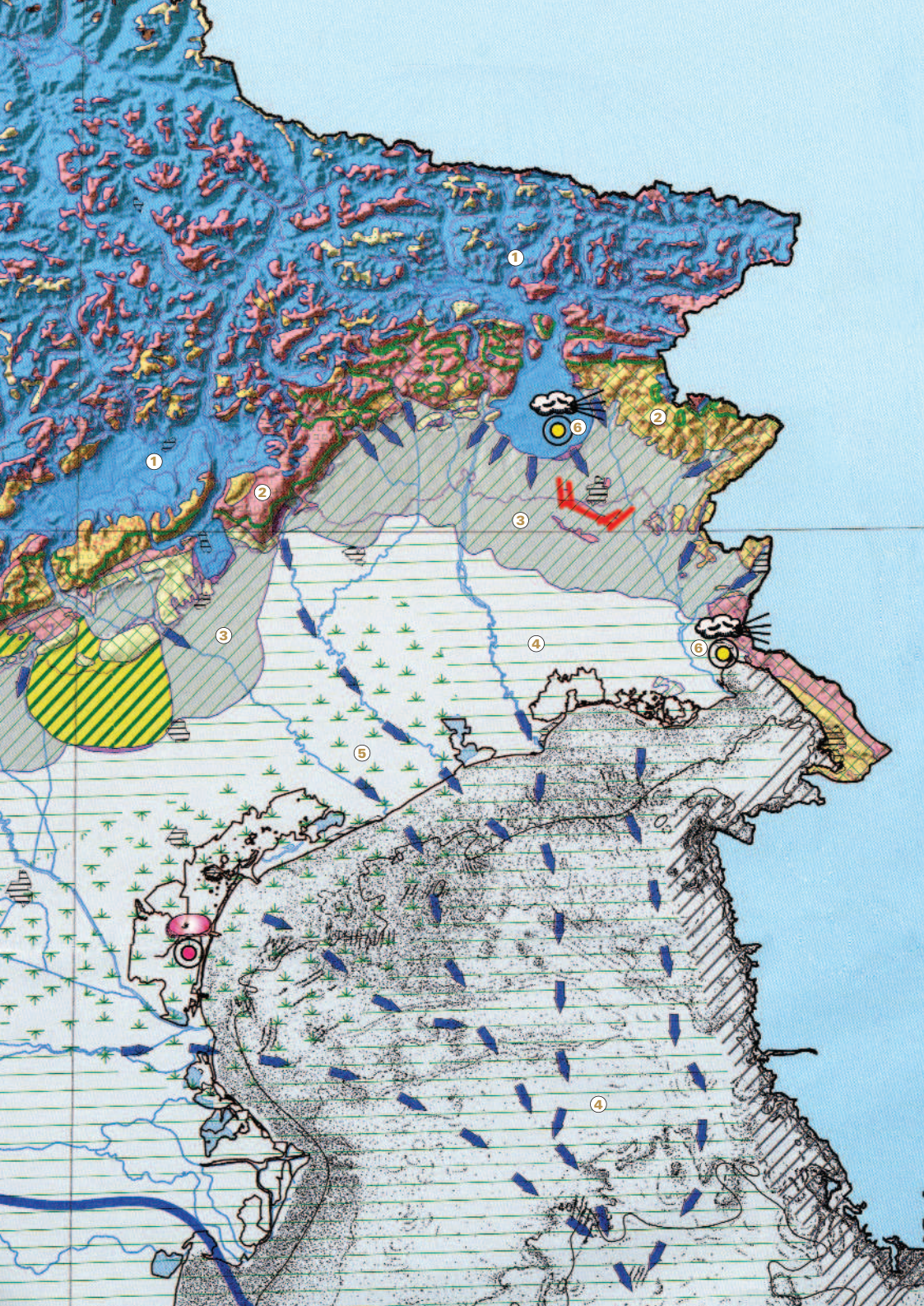
A più riprese, dalla fine del Mesozoico ad oggi, si sono verificate fasi di intensa attività orogenetica che hanno portato al sollevamento della Catena Alpina. Non si è trattato quindi di un fenomeno continuo ma di una serie di spinte, più o meno intense, intervallate da fasi di relativa tranquillità. Queste spinte, pur connesse tutte - a grande scala - allo scontro fra la zolla europea e quella africana hanno avuto direzioni diverse, ed a queste differenti direzioni corrispondono diversi orientamenti delle linee tettoniche che si sono conseguentemente originate. L'**Orogenesi Alpina** (o perlomeno la sua ultima fase) è ancora in atto. A testimoniarlo non ci sono solo gli effetti catastrofici del terremoto del 1976 e delle altre scosse sismiche che con una certa regolarità si verificano in questo settore alpino, ma anche piccoli movimenti, invisibili all'occhio umano, che vengono comunque registrati da strumenti particolari.

Il modellamento, come detto, è connesso anche a fenomeni geologici relativamente più vicini a noi nel tempo.

Gli ultimi 2,6 milioni di anni sono indicati come **Quaternario** e sono caratterizzati dalla comparsa dell'Uomo.

Dal punto di vista climatico, però, a marcare gli ultimi milioni di anni (non solo il Quaternario) è il succedersi di fasi più fredde (**glaciazioni**) intervallate da fasi più calde (**interglaciali**). Non che questi sbalzi climatici non avvenissero anche in precedenza, ma le loro testimonianze chiare e ben leggibili sono giunte sino a noi solo per questi ultimi milioni di anni. Anzi disponiamo di informazio-

Paleogeografia dell'Italia nord-orientale 22-24 mila anni fa (ultima massima espansione dei ghiacci): l'alto Adriatico era una vasta pianura nella quale Tagliamento e Piave confluivano nel Po (freccie blu: direzioni di drenaggio); 1: ghiacciai; 2: rilievi non coperti dai ghiacci; 3: pianure fluvio-glaciali; 4: steppe e boschi ripari; 5: aree “umide”; 6: depositi di loess, sabbie di origine eolica; da Antonioli, Vai & Cantelli, 2004)



ni dettagliate esclusivamente per l'ultima glaciazione, detta Würm, che termina circa 10.000 anni fa (quando incomincia l'ultima parte del Quaternario, l'Olocene, nel quale noi viviamo). Le glaciazioni precedenti (Donau, Günz, Mindel e Riss) hanno lasciato tracce più confuse, anche perché sono sovrapposte le une alle altre; non vi sono evidenze di queste fasi nel territorio friulano (alcune, dubbie, solo per quella rissiana).

Una curiosità: i nomi delle glaciazioni sono quelle di affluenti del Danubio (Donau) che scorrono fra Alpi e pianura bavarese.

La **glaciazione würmiana** si sviluppa nel periodo compreso tra 110.000 e 10.000 anni fa, in cui la temperatura media del pianeta si abbassa di alcuni gradi causando la formazione di un'estesa coltre glaciale. In Europa questa occupa tutta la parte settentrionale del continente, i Pirenei e tutto l'Arco Alpino, giungendo ad affacciarsi sulla Pianura Padana.

Questa fase glaciale è caratterizzata da un clima particolarmente freddo tra 25.000 e 18.000 anni fa, e termina circa 10-12.000 anni fa, quando si instaurano condizioni climatiche più simili alle attuali.

I ghiacciai würmiani nella loro massima espansione (circa 22-24.000 anni fa) coprono tutta l'area montana friulana lasciando emergere, lungo l'attuale fascia di confine, solo le cime oltre i 2000-2200 metri di quota; le lingue glaciali,



Un "nunatak" in Antartide: questo doveva essere l'aspetto dell'Alta Carnia durante la massima espansione glaciale, con alcune cime che emergevano isolate dalla grande massa di ghiaccio

che superavano i 1500 metri di spessore, sono alimentate anche dall'enorme ghiacciaio della Gail in Austria. Scendendo verso valle lo spessore dei ghiacci diminuisce e, attorno a Tolmezzo, raggiunge i 1000 m di potenza; in quest'area il grande ghiacciaio del Tagliamento (tilaventino) confluisce con quello del Fella e crea un vasto ventaglio che si espande nell'alta pianura friulana, trasportando con sé enormi quantità di detrito che abbandonerà durante le fasi di ritiro originando così le attuali colline moreniche.

La formazione di ghiacciai in tutto l'Arco Alpino (ma anche in alcune zone degli Appennini) porta alla drastica modificazione dell'assetto vegetazionale in vaste porzioni del territorio ed allo spostamento di diversi gruppi animali.

In alcuni massicci montuosi alpini, che emergono isolati dai ghiacci (*nunatak*), o nelle aree - soprattutto quelle prealpine - prive di significativi fenomeni glaciali, trovano così rifugio varie specie animali e vegetali che, una volta terminata la glaciazione, "ripartiranno" da queste zone per ricolonizzare le aree abbandonate dai ghiacci.

In generale, il periodico alternarsi di fasi climatiche fredde e calde è connesso a fenomeni astronomici direttamente collegati ai movimenti del nostro pianeta. Le glaciazioni - verificatesi più volte nella lunga storia della Terra - sono conseguentemente legate a queste modificazioni climatiche,

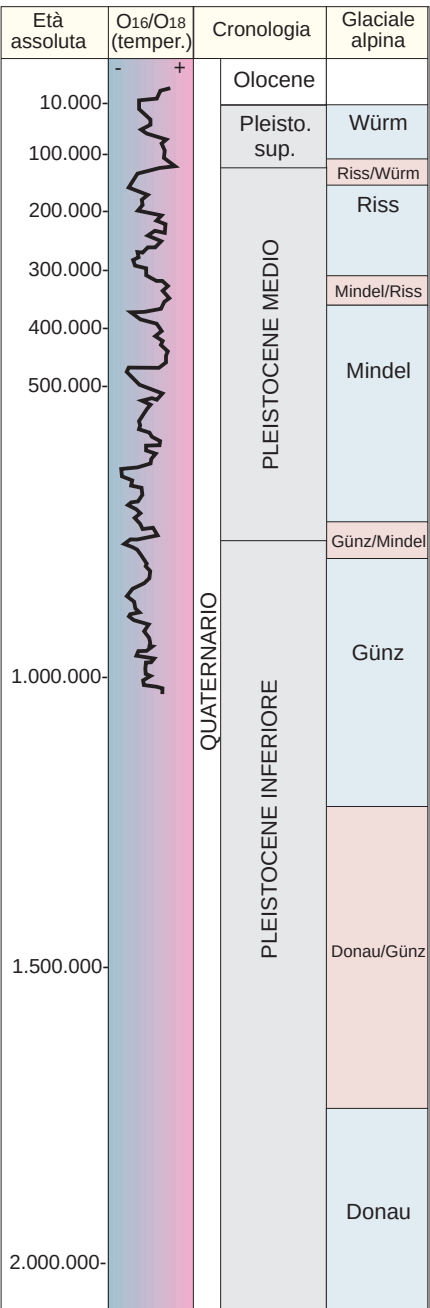


Tabella cronostratigrafica relativa al Quaternario, con le principali glaciazioni

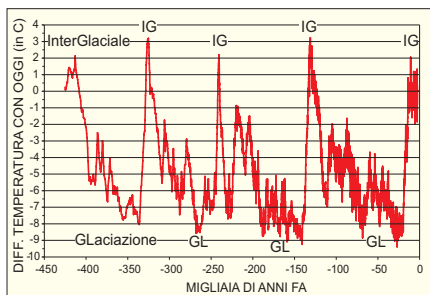


Grafico con le variazioni di temperatura negli ultimi 500 mila anni: le variazioni climatiche sono legate a fatti astronomici e sono quindi periodiche; i dati sono stati ricavati da campioni di ghiacci antartici

l'aria nel nostro territorio è probabilmente di circa 4°C inferiore all'attuale.

Il ritiro dei ghiacci non è un processo costante e continuo, anzi possono verificarsi, come detto, recrudescenze climatiche che portano a brevi fasi di espansione. Una di queste è quella definita "Piccola età glaciale" (fra XVI e XIX secolo). Da allora si è verificato un costante l'innalzamento delle temperature medie legato sia alla normale dinamica del clima sia, soprattutto in questi ultimi decenni, all'attività antropica con l'incremento dell'**effetto serra**. Questo fenomeno ha portato, ad esempio, all'aumento delle desertificazione (che interessa ad esempio anche la Sicilia) e ad un costante e continuo ritiro dei ghiacciai montani: se facciamo riferimento all'area della montagna friulana il ghiacciaio del Canin è praticamente scomparso e quello del Montasio è ridotto ad un piccolissimo lembo.

Nel loro complesso gli elementi del clima, oltretutto, non "giocano" in maniera univoca. Un esempio: la stragrande maggioranza degli scienziati ritiene che l'attuale incremento delle temperature porterà (in tempi non lunghissimi, forse entro la fine del secolo!) allo scioglimento dei ghiacci artici (o comunque di una loro parte significativa) con la conseguenza di un forte afflusso di acque fredde anche nell'Oceano Atlantico. Queste, interagendo con le masse oceaniche, andranno a "bloccare" la Corrente del Golfo che non lambirà più, fra l'altro, le Isole Britanniche le quali potrebbero essere soggette, per un seppur breve lasso di tempo, ad una piccola fase glaciale (pur in un momento di innalzamento della temperatura media).

Tutti i fattori in gioco sono, riassumendo, elementi complessi che interagiscono fra loro in maniera variabile: le modificazioni del clima, quindi, sono irregolari e gradualmente e, pur nell'alternarsi generale di fasi calde e fredde, questo andamento può presentare, a volte, piccole ma significative variazioni.

È possibile ricostruire, seppure a grandi linee le modificazioni climatiche e dell'estensione dei ghiacciai negli ultimi due milioni di anni:

quindi non solo alle variazioni di temperatura, ma anche di piovosità, venti, irraggiamento solare, ecc. Il ruolo della temperatura è sì importante, ma non è certo l'unico fattore in gioco; è sicuro, inoltre, che durante le fasi glaciali anche più intense la temperatura media è sì inferiore a quella attuale, ma solo di alcuni gradi. Ad esempio, durante l'ultimo massimo glaciale (indicato spesso con l'acronimo inglese di LGM, ovvero Last Glacial Maximum) la temperatura media del-

Pleistocene inferiore

2,6-1,0 milioni di anni fa: clima moderatamente caldo con almeno quattro episodi freddi

1,0-0,7 milioni di anni fa: inizio dei cicli glaciali-interglaciali con 3-4 intensi intervalli freddi ognuno della durata di circa 50.000 anni

Pleistocene medio

780.000-126.000 anni fa: alternanza di periodi glaciali e interglaciali (interglaciale Günz-Mindel, glaciale Mindel, interglaciale Mindel-Riss e glaciale Riss)

Pleistocene superiore

126.000 anni fa: inizio dell'ultimo interglaciale (Riss-Würm) con clima e vegetazione simili a quelli olocenici

110.000 anni fa: inizio dell'ultima glaciazione (Würm), brevi intervalli più freddi con espansione dei ghiacci circa 115.000 e 95.000 anni fa

80-75.000 anni fa: fasi più intense dell'ultima glaciazione; tutto il nord Europa viene coperto da un'estesa coltre glaciale così come l'intera area alpina e pirenaica

30-18.000 anni fa: massima espansione dei ghiacci (LGM circa 22-24.000 anni fa)

17-13.000 anni fa: rapida deglaciazione (intervallata da fasi relativamente più fredde)

12.500 anni fa: breve fase temperata (stadial di Alleröd)

12.000 anni fa: breve fase di avanzamento dei ghiacci

Olocene

11.700 anni fa: inizio della fase di riscaldamento con scomparsa del grande ghiacciaio continentale scandinavo (circa nel 7.000 a.C.)

5.000-2.600 a.C.: optimum termico nell'Olocene, ghiacciai montani ridotti

1.000 a.C.-VII secolo d.C.: breve tendenza al raffreddamento

IX-XII secolo d.C.: intervallo caldo

1.550-1.850 d.C.: piccola epoca glaciale, ghiacciai in montagna ben sviluppati dal 1850 d.C.: tendenza al riscaldamento, inizialmente solo per fatti naturali e poi fortemente amplificato dall'azione antropica, ghiacciai in montagna in forte ritiro.

La biodiversità del Quaternario

Durante il Quaternario all'alternarsi di fasi calde e fredde ha fatto riscontro un continuo modificarsi degli assetti faunistici e floristico-vegetazionali, con scomparsa di specie e, soprattutto, spostamento degli areali distributivi.

Fauna e vegetazione (la prima più rapidamente la seconda in tempi più lunghi) si spostavano cercando le condizioni climatiche loro più congeniali; questi spostamenti potevano essere però limitati da **barriere geografiche**, come le catene montuose, gli estesi ghiacciai o i mari. Poteva però avvenire anche il contrario, con l'apertura di collegamenti geografici ora non più percorribili. Di molti di questi accadimenti abbiamo testimonianze evidenti: soprattutto per il Würmiano queste ci permettono una ricostruzione dettagliata degli ambienti del recente passato.

L'Ultimo Glaciale copre un lasso di tempo di circa centomila anni durante il quale sono avvenute, come detto, frequenti oscillazioni climatiche di diversa intensità. Questo ha fatto sì che gli ambienti mutassero di frequente e con loro variasse di continuo anche il popolamento faunistico con arrivi di specie che nei periodi più freddi si spostavano in generale da nord a sud e, a scala più ridotta, dalle quote più elevate verso valle. Questi itinerari venivano percorsi in senso opposto con il migliorare delle condizioni climatiche.



Ventimila anni fa solo le cime più elevate delle Alpi Carniche emergevano dall'enorme massa di ghiaccio che copriva l'intero territorio

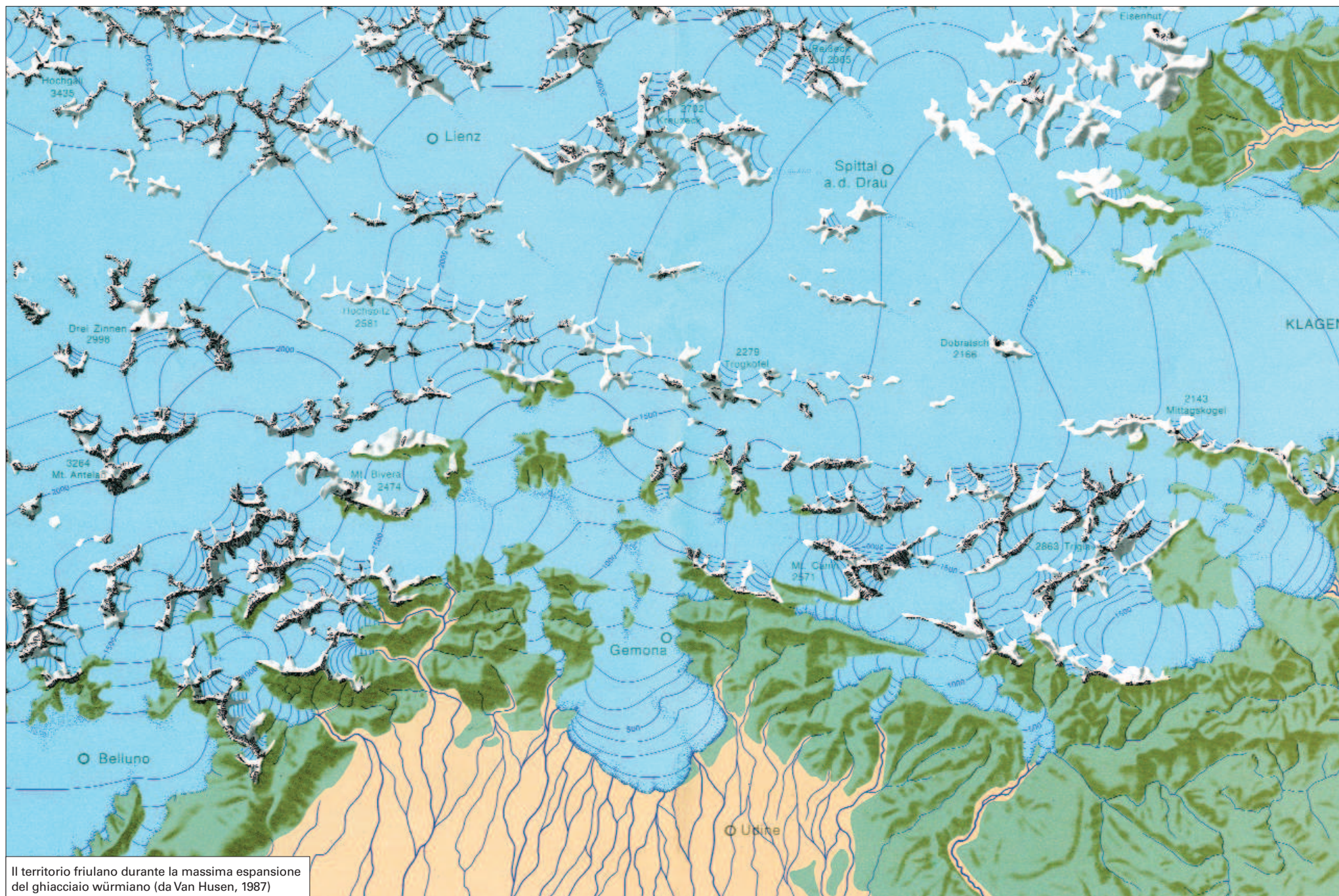
Le faune del Würmiano

Generalmente, in Italia, durante le fasi fredde si aveva una discesa di faune dalle zone alpine ed appenniniche alle fasce pedemontane o di pianura e in quelle temperate una loro risalita a quote più elevate. L'Italia nord-orientale, o meglio tutta la Val Padana, che comprendeva anche l'Alto Adriatico, per un lungo periodo emerso, ha subito fenomeni più complessi. Infatti, rispetto alle Alpi occidentali, che hanno funzionato da barriera geografica, il Carso Triestino e l'Istria sono state **zone di transito**, anche se selettivo, di varie specie, soprattutto in momenti freddi e relativamente aridi, quando nelle pianure si diffondevano gli ambienti aperti a steppa arborata. Sono così transitati alcuni grandi animali della steppa-taiga del nord come Mammut (*Mammuthus primigenius*), Rinoceronte lanoso (*Coelodonta antiquitatis*), Bisonte delle steppe (*Bison priscus*) e Megacero (*Megaloceros giganteus*), ma non Renna, Bue muschiato o Antilope saiga.

Esaminando più in dettaglio gli assetti faunistici (soprattutto per i grandi vertebrati le cui tracce sono più facilmente rinvenibili), l'area pedemontana ha ospitato una fauna in cui dominavano, nei momenti più temperati, Cervo (*Cervus elaphus*), Capriolo (*Capreolus capreolus*) e Cinghiale (*Sus scrofa*). Nei momenti più rigidi il dominio era di Stambecco (*Capra ibex*) e Camoscio (*Rupicapra rupicapra*), con Marmotta (*Marmota marmota*), Arvicola delle Nevi (*Chionomys nivalis*) e, fra i carnivori, caratteristico ma raro Ermellino (*Mustela erminea*). Vi erano anche forme cosmopolite, come Lupo (*Canis lupus*), Volpe (*Vulpes vulpes*), Orso bruno (*Ursus arctos*), Leone delle caverne (*Panthera leo spelaea*), Leopardo (*Panthera pardus*) e l'ena maculata (*Crocota crocata spelaea*), o più legate ad ambienti boschivi come Lince (*Lynx lynx*), Orso speleo (*Ursus spelaeus*) e Ghiottone (*Gulo gulo*).

Gli ambienti di pianura, durante i momenti temperati, ospitavano una ricca fauna, in parte simile a quella delle aree pedemontane, a Cervo dominante su Capriolo, ma con frequenti altri ungulati come Bisonte delle steppe e Alce (*Alces alces*). Nei momenti più rigidi, quando si diffondeva la taiga-steppa, allora dominante in Europa medioboreale, l'animale più diffuso diventava il Bisonte delle steppe e arrivavano da est due pachidermi artici, il Mammut e il Rinoceronte lanoso. Altri animali, poco frequenti o decisamente rari, erano il Cavallo (*Equus ferus*) e l'Idruntino (*Equus hydruntinus*) una specie d'Asino selvatico. Lungo le aree riparie erano frequenti il Castore (*Castor fiber*) e l'Alce.

Alcuni dei mammiferi, quindi, sono ancora oggi presenti nelle nostre pianure, altri si sono spinti in aree più fredde ed altri ancora sono **estinti**. Le oscillazioni più fredde hanno favorito l'arrivo nel nostro territorio di grandi pachidermi artici come Mammut e Rinoceronte lanoso; le variazioni climatiche hanno, in seguito, comportato la scomparsa di questi animali. Specie provenienti da aree più a nord, come Alce e Ghiottone, o dalle quote più elevate, come Stambecco, hanno occupato le pianure nelle fasi fredde per riportarsi poi, durante quelle più calde,





Megacero (*Megaloceros giganteus*) e Alce (*Alces alces*)



Fra gli animali più tipici dell'ambiente glaciale vi è il Mammut (*Mammuthus primigenius*)

nelle loro aree d'origine. Alcuni, come Orso speleo, che erano diffusi in Europa, sono scomparsi, mentre altri (Leopardo, Leone e l'Orso) sono ora presenti solo in altri continenti, a volte con sottospecie diverse.

Un cenno merita, inoltre, il problema delle estinzioni di grandi mammiferi quaternari. La scomparsa del Megacero (un cervo gigante caratterizzato dall'enorme palco dei maschi che poteva superare i 3 metri di apertura) è stata attribuita alle mutazioni ambientali, quando, alla fine del Pleistocene, si diffuse il bosco fitto, troppo diverso dal suo habitat, e scomparvero le piante erbacee ed arbustive di cui si cibava. Il Mammut (uno degli animali "preistorici" che più ha colpito l'immaginario collettivo, superava i 3 metri al garrese ed era caratterizzato, oltre che dalla folta peluria, da lunghe zanne fortemente ricurve) è scomparso dal continente europeo circa 11.000 anni fa ed è sopravvissuto, con una piccola popolazione, nell'isola di Wrangel (nel Mar Glaciale Artico) sino a meno di 4.000 anni fa. Certamente non ha saputo adattarsi alle mutazioni climatiche e l'intensa caccia operata dall'uomo ha svolto un ruolo rilevante nella riduzione numerica di questa specie in Europa e nelle aree della Siberia meridionale. Le ragioni oggi invocate sono però la scomparsa della tundra-taiga o della steppa-taiga, molto diffuse nel Pleistocene superiore, che fornivano la varietà di vegetali necessari alla sopravvivenza di questo enorme pachiderma.

L'Orso speleo, comparso nel Penultimo Glaciale, era abitante di boschi e foreste d'ambienti temperati e non ha sopportato i rigori delle fasi più fredde del Würmiano. In Italia è scomparso circa 24.000 anni fa (LGM). Era un carnivoro di grossa taglia, che abitava le grotte solo per il letargo invernale.

L'esempio più noto del ruolo dell'uomo nella riduzione numerica di specie animali è quello del Bisonte americano (*Bison bison*) che, presente all'inizio del XIX secolo con quasi 60 milioni esemplari, è stato ridotto dalla caccia indiscriminata operata dai coloni, a qualche migliaio di capi alla fine dello stesso secolo. Attualmente, dopo opportuni interventi di protezione, la popolazione di bisonti americani è in netta ripresa. In generale, appare evidente come le modificazioni climatiche abbiano svolto un ruolo fondamentale nell'estinzione di alcune specie di grandi mammiferi, ma va anche sottolineato come queste siano scomparse da determinati territori in tempi diversi e come, in alcuni casi, anche l'uomo possa aver giocato un ruolo significativo nella riduzione numerica di alcuni grandi vertebrati.

Piante: chi si sposta e chi no!

Che gli animali si muovano, corrano, migrino è cosa nota, che lo stesso facciano anche le piante, con spostamenti di chilometri e chilometri è di più difficile comprensione. In realtà la vegetazione (cioè l'insieme delle piante che danno un aspetto caratteristico al paesaggio) e la flora (le singole specie) subiscono processi dinamici che le portano a mutare sia nel tempo che nello spazio, attraverso cambiamenti di forma (adattamenti morfologici) o vere e proprie trasformazioni genetiche, tali da renderle più adatte ai cambiamenti ambientali.

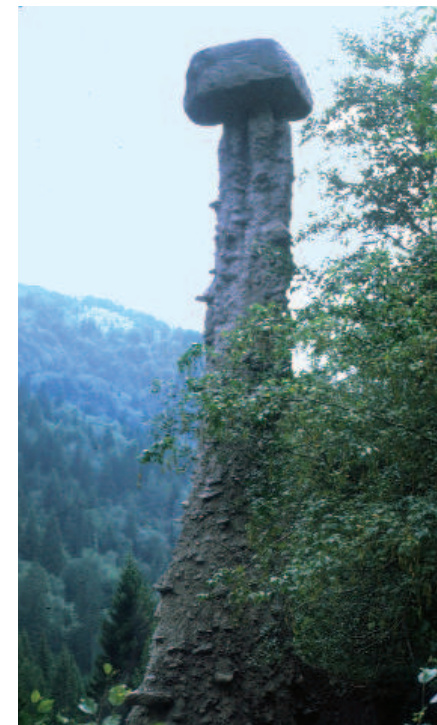
Dai resti fossili scopriamo, per esempio, che una specie (*Sciadopytis*), che ora troviamo sull'isola giapponese di Hondo, all'inizio del Pleistocene vegetava sulle nostre colline, testimoniando un clima umido e piovoso. La scomparsa di *Sciadopytis* dalle nostre regioni è il segno di un cambiamento climatico che non ha permesso di sopravvivere a lei e a molte altre specie quali *Sequoia*, *Taxodium*, o *Tsuga* nel Terziario. Altri generi, come *Carya* e *Zelkova*, superarono anche le prime fasi glaciali, ma al glaciale del Riss è sopravvissuta solo la *Zelkova*, che, a sua volta, viene però spazzata via dall'Ultimo Glaciale.

Altre piante riescono a sopravvivere in **zone di rifugio** come il Faggio che in Europa si ritirò verso sud-est durante i periodi più freddi del Pliocene e Pleistocene, "rifugiandosi" nei Balcani. Finito il periodo freddo inizia, circa 9.000 anni fa, la sua risalita verso nord a scapito di Tiglio e Olmo. Dopo il ritiro dei ghiacci, specie più mesofile (che preferiscono climi freschi) o microterme (di climi freddi) rimasero isolate dalle altre (che seguono il ghiacciaio nella sua ritirata), in particolari situazioni locali con microclima più fresco. Un esempio di queste "oasi fresche" visibile ancor'oggi è dato dalle torbiere alcaline della Bassa Friulana. Questi ambienti, ormai ridotti a pochi lembi minacciati di estinzione, mantengono al loro interno alcune specie (come *Drosera rotundifolia*, *Pinguicula alpina*, *Parnassia palustris*, *Primula farinosa*) che non hanno seguito il ghiacciaio nel suo ritiro ma hanno goduto del fresco dell'acqua di risorgiva finendo per rimanere isolate dal resto delle "sorelle" ritrovabili ora solo in quota, dalle Prealpi in su.

I GHIACCIAI E LE LORO TRACCE

Durante le glaciazioni del Quaternario il nostro territorio viene, a più riprese, coperto, come già detto, da potenti lingue glaciali, che occupano la gran parte delle vallate alpine, raggiungendo lo spessore anche di migliaia di metri: da esse emergono solamente le cime montuose più elevate (lungo la cresta di confine, probabilmente, solo le vette oltre quota 2000-2200 m s.l.m.).

La morfologia di tali masse di ghiaccio ricorda quella dei tipici “ghiacciai di montagna”, con una zona di alimentazione, ove la neve che si accumula nei mesi invernali non viene sciolta durante quelli estivi e gradualmente si compatta fino a divenire una stabile massa di ghiaccio, ed una zona di ablazione dove, soprattutto nei mesi estivi, la neve ed il ghiaccio si fondono. Il continuo accumulo fa sì che questa massa si “muova”, espandendosi verso le quote minori, occupando (e modellando intensamente) le vallate. Quando le condizioni climatiche mutano verso fasi più calde l'alimentazione viene a cessare (e quindi la fusione supera l'accumulo), il ghiacciaio si “ritira”, abbandonando tutto il materiale

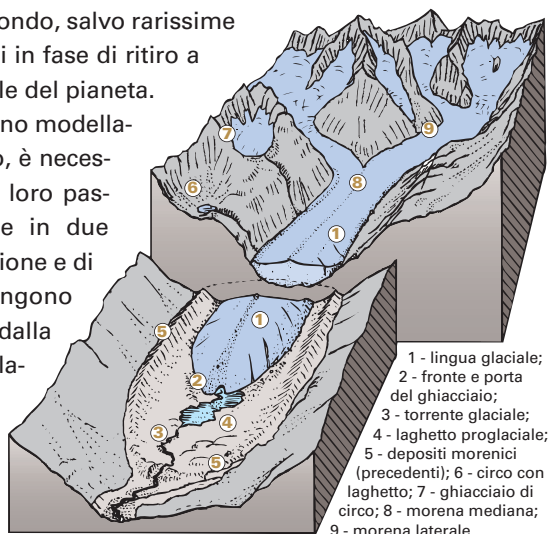


La piramidi di terra rappresentano una particolare forma di erosione ad opera di acque battenti e ruscellanti su depositi recenti, il più delle volte di origine morenica, debolmente cementati; a Fielis (Zuglio) alcune di queste piramidi erano visibili sino a pochi anni fa

L'ultimo ghiacciaio delle nostre montagne, quello del Monte Canin, sta scomparendo; le aree rocciose più chiare erano, sino a pochi anni fa, coperte dai ghiacci

trasportato con sé. In tutto il mondo, salvo rarissime eccezioni, i ghiacciai sono oggi in fase di ritiro a causa del riscaldamento globale del pianeta.

Per capire come i ghiacci abbiano modellato in passato il nostro territorio, è necessario riconoscere le tracce dei loro passaggi, che possiamo dividere in due grandi categorie: forme di erosione e di accumulo. Alle prime appartengono in particolare le valli glaciali (dalla tipica sezione ad "U"), i circhi glaciali (dove la neve si accumula e diviene ghiaccio) e le rocce montonate (levigate ed anche striate dal passaggio dei ghiacci). Alla seconda cate-



goria appartengono i depositi come le morene (nelle loro diverse tipologie), i depositi fluvio-glaciali e lacustri (connessi alle morfologie glaciali) e i massi erratici.

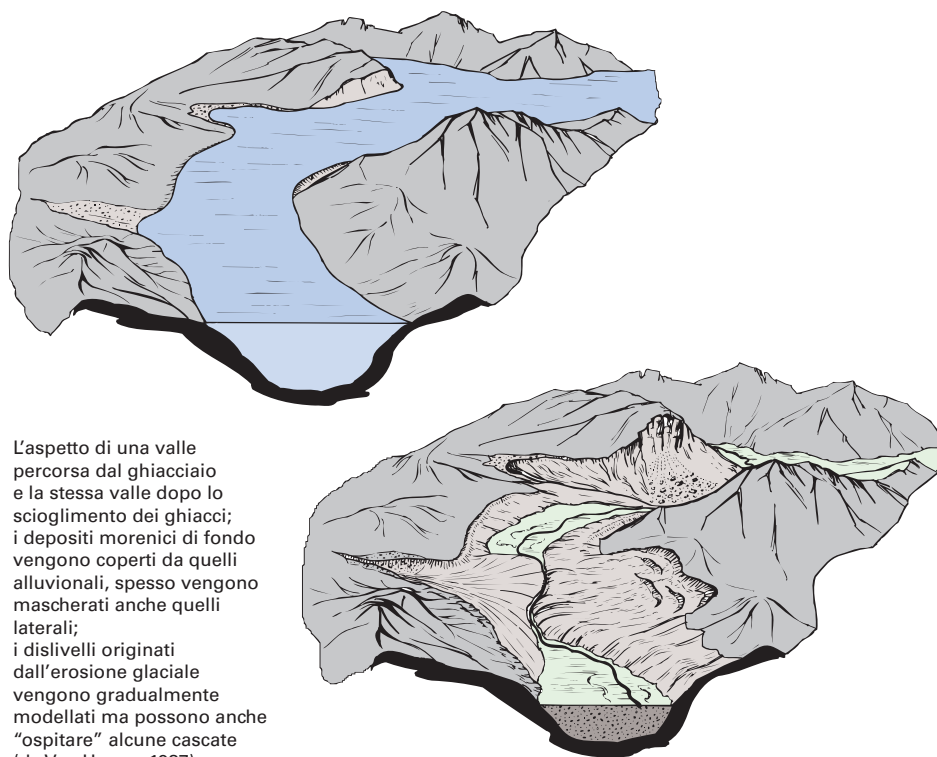
L'enorme forza di erosione dei ghiacci permette il trasporto di grandi quantità di detrito. L'attività erosiva viene esercitata sia dalla massa di ghiaccio, in grado di sradicare massi di enormi dimensioni, sia dallo sfregamento del materiale trasportato nel ghiaccio stesso contro il fondo o le pareti rocciose. Questa attività viene definita **esarazione** e si esplica, quindi, sia sul fondo che lungo i fianchi delle valli glaciali con rimozione di detriti, abrasione delle superfici rocciose e distacco di grandi blocchi.

Le valli della Carnia (Alto Tagliamento e suoi affluenti), sono un esempio del modellamento dei ghiacci su originarie vallate fluviali (dalla classica sezione a "V"), trasformate poi in ampi solchi (**truogoli**) caratterizzati da una sezione ad "U".

Importanti tracce dell'esistenza di grandi ghiacciai nel passato sono date dalle forme caratteristiche che assumono le aree di alimentazione: si tratta di zone definite come **circhi glaciali**, nicchie scavate nei fianchi montuosi, sotto le dorsali, che sono facilmente riconoscibili non solo sul territorio ma anche esaminando una semplice carta topografica. Alla base delle cime i ghiacci scavano con la loro azione erosiva delle conche chiuse, bordate da spalti rocciosi quasi verticali (spalle) e dalle creste più elevate; sciolti i ghiacci, tali conche vengono occupate da **laghetti alpini** di ridotte dimensioni, oggi elementi del paesaggio molto caratterizzanti. Il laghetto di Avostanis a monte di Pramasio, quello di Zoufplan o quello di Dimon, sono perfette testimonianze di questo fenomeno. Non solo, ma è possibile disegnare con una certa precisione la loro genesi ed evoluzione. Nel caso, ad esempio, del Lago di Dimon a monte di Ligosullo, la conca di esarazione



Il laghetto di Avostanis (Pramasio, Paluzza) è ospitato in una piccola conca di origine glaciale



L'aspetto di una valle percorsa dal ghiacciaio e la stessa valle dopo lo scioglimento dei ghiacci; i depositi morenici di fondo vengono coperti da quelli alluvionali, spesso vengono mascherati anche quelli laterali; i dislivelli originati dall'erosione glaciale vengono gradualmente modellati ma possono anche "ospitare" alcune cascate (da Van Husen, 1987)



Il Lago di Dimon occupa una conca prodotta dalla sovraescavazione glaciale würmiana; sulla destra si nota l'accumulo di frana



Morfologie arrotondate presenti intorno ai 2000 m di quota tra i Monti Tenchia e Zoufplan, a nord di Sutrio: le conche di sovraescavazione glaciale ospitano una serie di suggestivi laghetti

si forma durante la glaciazione würmiana, unita forse a quella del vicino Monte Paularo; l'attività erosiva del Rio Mauran le separa e la conca viene occupata da un laghetto in corrispondenza della scomparsa del ghiacciaio würmiano (18.000 anni fa) e tardo würmiano (15.000 anni fa), con un intervallo di ridotta espansione glaciale.

I ghiacci scompaiono definitivamente circa 15.000 anni fa e per alcune migliaia di anni rimane solo un piccolo nevaio, che scompare circa 10.000 anni fa. Su di esso si riversa una frana ancora oggi riconoscibile. Successivamente, nel lato sud-orientale, si forma un piccolo immissario, il cui "conoide lacustre" è anch'esso ben conservato, tanto da condizionare la morfologia del piccolo bacino lacustre.

A volte la formazione di questi laghi è favorita da piccole frane che si sviluppano dopo il ritiro dei ghiacci, che formano uno sbarramento naturale. La stessa avanzata dei ghiacci ha lasciato tracce dirette come ampie superfici rocciose levigate e striate dall'azione del ghiaccio stesso e dei ciottoli presenti all'interno della massa glaciale. O ancora i grandi massi che, trasportati sulla superficie dal ghiacciaio, vengono poi abbandonati al suo scioglimento e sono definiti **massi erratici**.

L'azione dei ghiacci, come detto, porta ad una profonda escavazione delle valli principali. Può accadere, quindi, che quelle laterali vengano a trovarsi, al termine della glaciazione, ad una quota più elevata rispetto a quella principale. La successiva erosione flu-



Massi erratici abbandonati dalla lingua glaciale in fase di ritiro (Ripiani del Montasio, Alpi Giulie); nell'immagine in alto un enorme masso "galleggia" sui ghiacci antartici che lo stanno "trasportando"



Lungo la strada che dal ponte Dioor (sul Torrente Chiarsò) porta verso sud, affiorano i depositi fluvio-deltizi di riempimento lacustre: sono la testimonianza del "paleolago" di Paularo



Il lago di Bordaglia, nella porzione più occidentale delle Alpi Carniche, occupa una conca glaciale impostata su una importante linea tettonica

viale tende a "smussare" questo dislivello ma, a volte, si possono conservare questi "salti" che portano alla formazione di cascate o **valli sospese**. La conca ove sorge Illegio è un esempio di valle sospesa, occupata per un certo periodo da un lago formatosi in una piana "bordata" dal ghiacciaio; il ghiaccio nella sua fase di ritiro (circa 18.000 anni fa) è potente ancora almeno 200 m in questo settore e quindi "blocca" le acque che scendono dal Monte Palavierte, favorendo il formarsi di un lago, testimoniato oggi da decine di metri di limi cui si sovrappongono ghiaie deltizie e fluviali, per la trasformazione di questo lago in una piana, ora "sospesa" dopo la scomparsa del ghiacciaio.

Le lingue glaciali non solo svolgono una forte azione di esarazione ma, nel contempo, sostengono le pareti rocciose. Al ritiro dei ghiacci questo sostegno viene a mancare e, se le pareti rocciose sono state fortemente alterate, si possono verificare **frane** anche di grandi dimensioni. Questo fenomeno interessa più punti della Carnia dopo il ritiro del ghiacciaio tilaventino ed alcune di queste frane, di enormi proporzioni, bloccano le valli favorendo la formazione di estesi laghi temporanei. Questi paleolaghi sopravvivono per alcune centinaia, se non migliaia, di anni sino a quando lo sbarramento della frana non viene superato o eroso: i casi più classici sono quelli della media valle del Bût (fra Arta e Sutrio) e della conca di Paularo. Si stima che il lago di Sutrio, la cui estensione superava



I ciottoli striati (sopra) sono la testimonianza della forza dei ghiacciai che, nei loro movimenti, trascinano frammenti di roccia "strisciandoli" contro la roccia in posto o uno contro l'altro; la stessa roccia in posto può essere levigata (in questo caso viene definita "montonata") o striata (sotto)



Oltre il Torrente Bût, si nota la piana di Illegio, una valle sospesa occupata, sino ad alcune migliaia di anni fa, da un piccolo lago



L'alta Valle del Tagliamento vista dal Monte Amariana: alle pendici del Monte Verzegnis l'abitato di Verzegnis che sorge sui conglomerati pre-würmiani



I Ripiani del Montasio sono rivestiti di estese coperture moreniche formate da accumuli detritici organizzati in cordoni (Tardo-Würm). Sullo sfondo si staglia il massiccio del M. Canin



L'alta Val di Brica (Prealpi Carniche) con una serie di piccoli circhi glaciali che, sino ad una decina di migliaia di anni fa, alimentavano una potente lingua glaciale che ha modellato il fondovalle



Il tratto della "paleovalle" del Tagliamento occupato dal Lago di Cavazzo

quella dell'odierno lago di Cavazzo, fosse presente tra i 10.000 e i 5.000 anni fa. Il termine **morena** indica l'insieme dei detriti trasportati dai ghiacci e poi depositati sia ai lati delle lingue glaciali sia nella porzione mediana. Archi e cerchie moreniche hanno tipico andamento arcuato ed indicano la posizione della lingua glaciale. I depositi morenici sono caratterizzati dalla presenza caotica di ciottoli o anche grandi massi, immersi in una fine matrice di fondo (limoso-argillosa). Le colline moreniche a nord di Udine sono un esempio di anfiteatro morenico e sono state "costruite" nel Würm dal grande ghiacciaio Tilaventino, o, per meglio dire, sono il frutto del suo "scioglimento".

Molte sono le morfologie attuali che testimoniano l'attività di deposito glaciale: si tratta, in particolare, dei grandi depositi di origine morenica riorganizzati in cordoni, o in archi di ridotte dimensioni, oggi incisi dai fiumi, o in piccoli depositi legati alle ultimissime fasi di ritiro, poche migliaia di anni fa, che hanno lasciato traccia di sé nelle conche d'alta quota.

La **piramidi di terra** sono il risultato di una particolare forma di erosione ad opera di acque battenti e ruscellanti su depositi recenti, il più delle volte di origine morenica, debolmente cementati: il masso che sovrasta la struttura la ripara dall'erosione delle acque che agiscono sui fianchi creando una sorta di torrione isolato. A Fielis le piramidi di terra erano visibili fino a qualche decennio fa: il terremoto del 1976 prima e le alluvioni poi ne hanno lasciato solo flebili tracce.

Molto complessa è la formazione dei **depositi fluvioglaciali** quaternari nella Valle del Tagliamento, che costituiscono una sorta di terrazzo sul fianco meridionale della vallata, da Ampezzo a Cesclans. Su tali depositi, di età pre-würmiana (o meglio pre-LGM!), sorgono anche i paesi di Preone e Verzegnis.

Il ghiacciaio Tilaventino ha avuto un ruolo determinante nell'escavazione della conca in cui sorge il lago di Cavazzo: qui, prima dell'ultima glaciazione, passava il fiume Tagliamento che confluiva con il Fella solo all'altezza di Osoppo. È stato il blocco operato dal ghiacciaio a "costringere" il Tagliamento a scorrere ancora per un po' verso est ed a raccogliere quindi le acque del Fella dopo l'attuale abitato di Amaro. L'attuale lago, in gran parte alimentato artificialmente, occupa uno spazio dove, nel post-würmiano, era già presente un lago di origine glaciale.

Più complesso, anche se più evidente, è il ruolo giocato dalle masse glaciali nel disegnare l'attuale reticolo drenante. Non si tratta solo del fatto che i ghiacciai occupavano le vallate alpine ed alimentavano i divaganti fiumi della pianura, ma anche del fatto che, ad esempio, probabilmente fra Mindel e Riss, l'odierna alta Valle del Bût (la zona di Timau) riversava le sue acque verso il bacino della Gail, separato da quello dell'Adriatico da un "diaframma roccioso" posto poco a nord dell'odierno abitato di Cleulis. Furono certamente le attività di esarazione glaciale a contribuire anche allo spostamento dello spartiacque di Camporosso (che separa il bacino dell'Adriatico da quello del Mar Nero!).

Foto di:

Alberto Bianzan 5, 14, 24a, 26b, 28, 29b, 30

Adalberto D'Andrea 7, 20

Ulderica Da Pozzo 24b

Furio Finocchiaro 4, 10, 25a

Museo Friulano di Storia Naturale 27a

Ortofoto, Regione Friuli Venezia Giulia 6

Margherita Solari, 23

Elido Turco 25b, 29a

Corrado Venturini, 21, 26a, 27b

Roberto Zucchini, copertina