

GEOGRAFIA-AMBIENTE-RISORSE IDRICHE

LE ACQUE LAGARINE

progetto didattico triennale promosso
dalla Comunità della Vallagarina
insieme alla Rete trentina di
educazione ambientale
per lo sviluppo
sostenibile



PROGETTO DIDATTICO TRIENNALE PER
LE SCUOLE SECONDARIE DI PRIMO GRADO
"L'ADIGE E LE ACQUE LAGARINE"

promosso da

COMUNITÀ DELLA
VALLAGARINA



AGENZIA PROVINCIALE PER LA
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
Settore informazione e monitoraggi



RETE TRENTINA DI EDUCAZIONE
AMBIENTALE PER LO
SVILUPPO SOSTENIBILE
Laboratorio territoriale della Vallagarina



quaderno didattico

anno scolastico 2011/2012

1.

L'ACQUA e IL TERRITORIO

GEOGRAFIA-AMBIENTE-RISORSE IDRICHE

LE ACQUE LAGARINE

progetto didattico triennale promosso
dalla Comunità della Vallagarina
insieme alla Rete trentina di
educazione ambientale
per lo sviluppo
sostenibile

traccia didattica per gli insegnanti e per gli studenti
nell'ambito del progetto didattico triennale
"L'Adige e le Acque Lagarine"

anno scolastico 2011/2012



iniziativa promossa dalla
Comunità della Vallagarina
Assessorato all'Ambiente
Assessorato all'Istruzione

e da



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente
Settore informazione e monitoraggi



Rete trentina di educazione ambientale per lo sviluppo sostenibile
Laboratorio territoriale della Vallagarina

con

il patrocinio

dell'**Assessorato all'Istruzione**
della Provincia Autonoma di Trento

e il contributo di



ideazione e progetto grafico	: dott. Lorenzo Betti - naturalista ittiologo
testi e immagini	: dott. Lorenzo Betti - naturalista ittiologo
coordinamento	: Servizio Istruzione - Comunità della Vallagarina (dott.ssa Igea Boni)
copyright	: Comunità della Vallagarina
stampa	: Centro duplicazioni della Provincia Autonoma di Trento, ottobre 2011

INDICE

Presentazione	4
Introduzione	5
1. Il ciclo dell'acqua	6
2. L'azione erosiva dei ghiacci	8
3. Le forme dell'erosione glaciale	10
4. L'azione erosiva dei corsi d'acqua.....	12
5. Le forme dell'erosione fluviale.....	14
6. Il reticolo idrografico: acque ferme e correnti	16
7. Paleoidrografia	20
8. L'insediamento delle comunità umane lungo i corsi d'acqua.....	22
9. Il trasporto solido	24
10. Le alluvioni storiche.....	25
11. La grande rettifica atesina	26
12. La sistemazione idraulico-forestale del territorio	28
13. Una difesa idraulica ecocompatibile	30
i miei appunti	32

Presentazione

Conoscere i valori ambientali del proprio territorio è, per una comunità, un fondamentale esercizio culturale di identità. Questo vale, a maggior ragione, se parliamo di un elemento come l'acqua, che è risorsa ambientale, ma anche risorsa vitale primaria per l'uomo (potabile, alimentare, igienica...) e risorsa economica essenziale per molte attività produttive, dall'agricoltura alla zootecnia, dalla produzione idroelettrica all'industria in genere. Se consideriamo la sua molteplice importanza nel tempo, poi, avremo chiaro come la conoscenza dei processi di cui essa è protagonista, della sua gestione ai fini della sicurezza idraulica dei centri abitati e degli insediamenti produttivi, dei suoi impieghi attuali e passati da parte della collettività, della sua valenza in un'ottica ambientale ed ecologica sia una base culturale indispensabile, che merita di essere approfondita in stretta relazione con la terra in cui si vive e si opera.

Da queste considerazioni e dalla forte volontà di consolidare lo "spirito di comunità" della nostra vallata nasce il progetto didattico triennale per le scuole secondarie di primo grado "L'Adige e le Acque Lagarine", che riconosce nell'acqua, nella sua manifestazione sul territorio, nella storia del suo rapporto con le attività umane, nell'esigenza di un suo uso solidale e sostenibile un fattore forte di aggregazione della collettività lagarina. Come le gocce d'acqua che cadono sui nostri monti confluiscono per dare vigore ai corsi d'acqua del fondovalle e al grande fiume, così gli abitanti del nostro territorio contribuiscono a formare una società attiva nel gestire in modo responsabile una risorsa tanto importante, nell'oggi e nel domani, sia per sé, sia per le popolose comunità che, nella pianura, dipendono per le loro necessità idriche dalle acque che dalla nostra regione scendono a valle.

L'idea di proporre ai nostri ragazzi, tramite il ruolo attivo degli insegnanti, un percorso educativo e di maturazione su questi temi è stato possibile grazie alla stretta collaborazione tra gli assessorati all'istruzione e all'ambiente della Comunità della Vallagarina e al fondamentale apporto della Rete trentina di educazione ambientale per lo sviluppo sostenibile dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente. Numerosi enti, sia pubblici che privati, inoltre, hanno dimostrato grande disponibilità nel partecipare al progetto educativo mettendo a disposizione la loro esperienza di settore.

L'intento è, naturalmente, quello di coinvolgere "da subito" gli studenti in un percorso di conoscenza e di responsabilità civile che, tuttavia, non è rivolto solo a loro, ma all'intera collettività. Se con questa iniziativa riusciremo a trasmettere alla nostra gente, e innanzitutto ai nostri giovani, il senso del valore delle risorse idriche e degli ambienti acquatici della nostra valle, avremo raggiunto un primo rilevante obiettivo culturale, indispensabile per rendere ancora più sostenibile e condivisa la gestione di un bene tanto prezioso per il presente e per il futuro.

Marta Baldessarini

*Assessore all'Istruzione della
Comunità della Vallagarina*

Roberto Bettinazzi

*Assessore all'Ambiente della
Comunità della Vallagarina*

Introduzione

L'acqua nelle sue molteplici forme e grazie alle sue innumerevoli utilità per l'Uomo costituisce un elemento unificante per la comunità di una valle alpina come la Vallagarina. Fin dalla notte dei tempi essa ha condizionato, in positivo e in negativo, l'insediamento delle società umane, costituendo, di volta in volta, un bene primario per la loro stessa sopravvivenza, ma anche un fattore di distruzione in occasione delle grandi piene fluviali, un'utile risorsa per le attività produttive (agricoltura, zootecnia, industria...), ma anche un elemento capace di condizionare e limitare lo sviluppo urbanistico del territorio a causa dei naturali fenomeni di modellamento del territorio dovuti all'acqua (frane, esondazioni, divagazioni degli alvei...).

Di fatto, oggi, come alle origini più lontane della civiltà, l'acqua rappresenta forse la più grande ricchezza del territorio alpino, che con le sue linfe pure accumulate in quota e rilasciate poco a poco, rifornisce anche le popolose pianure più a valle. Acqua da bere, ma anche acqua per irrigare i campi, per abbeverare il bestiame, per produrre energia, per lavare, per smaltire i nostri scarichi fognari. Acque come ambienti di vita per piante e animali, come elementi indissolubili del paesaggio, come luoghi di ricreazione e turismo, come scrigni di natura e di biodiversità.

Di qui - cioè dalla constatazione del valore fondante dell'acqua per la valle e per la sua comunità umana - nasce il progetto didattico "L'Adige e le Acque Lagarine" che, soprattutto attraverso la conoscenza del territorio e delle attività umane di oggi e di ieri legate alla risorsa idrica, propone di approfondire in un percorso triennale i temi principali della geografia e della storia, dell'ambiente e della biodiversità, dello sfruttamento delle risorse naturali e della sua ecocompatibilità.

Si tratta di un progetto ambizioso, fortemente voluto dalla Comunità della Vallagarina in una preziosa sinergia con la Rete trentina di educazione ambientale per lo sviluppo sostenibile per promuovere, in un'ottica unitaria e - per così dire - "di valle", la conoscenza diffusa dei valori ambientali e umani legati all'acqua e l'esigenza di una gestione realmente sostenibile di questo bene prezioso troppo spesso ritenuto "scontato".

La proposta è rivolta agli studenti delle scuole secondarie di primo grado e si sviluppa in una logica didattica, ma ha l'evidente fine di "contagiare" pure il resto della comunità, anche attraverso iniziative collaterali delle quali fanno parte sia questa sintetica "guida didattica", sia i concorsi a premi rivolti agli alunni e destinati ad approfondire questi temi tramite diverse forme espressive, con l'obiettivo di far riflettere sulla necessità di un uso intelligente e lungimirante dell'acqua.

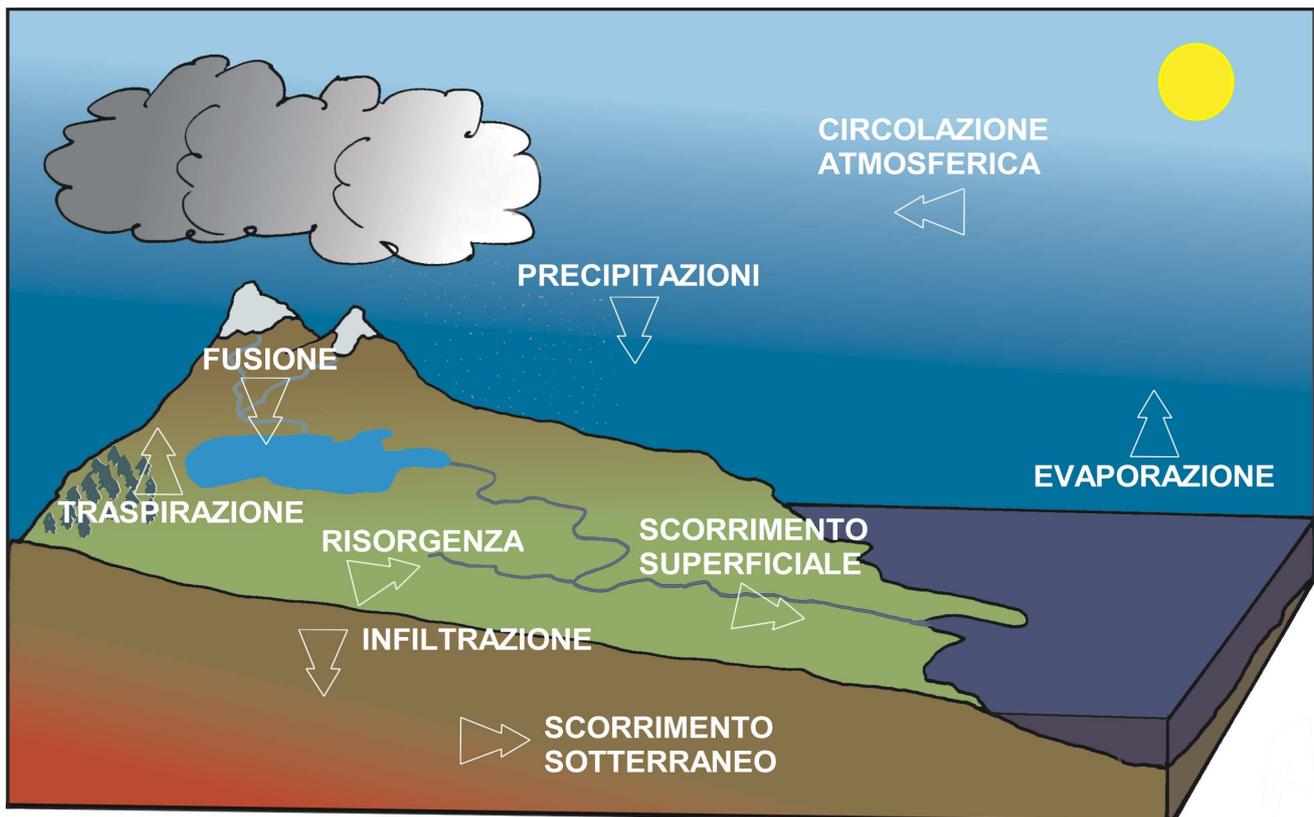
Agli alunni delle classi prime, ma anche alle classi seconde o terze che vorranno partecipare, è rivolta la prima parte del progetto didattico (anno scolastico 2011/2012) che affronta i preliminari aspetti geografici e geomorfologici legati alle acque, fino alla storia delle alluvioni e della difesa idraulica del territorio. A ben vedere, infatti, risalendo nella storia naturale del territorio lagarino, si riconosce facilmente il ruolo determinante delle acque nella formazione della valle e nel modellamento dei rilievi così come oggi noi li osserviamo. Dall'azione erosiva dei ghiacciai quaternari e dei corsi d'acqua, alla formazione dei depositi alluvionali, alle memorie delle grandi alluvioni dell'Adige, ai presidi contro la forza distruttiva delle acque, il primo anno del progetto è dunque destinato a introdurre gli studenti alla conoscenza del reticolo idrografico lagarino partendo dalle tracce dal grande ghiacciaio atesino fino ad arrivare ai corsi d'acqua dei giorni nostri.

Questo quaderno ha, dunque, il significato di fornire agli insegnanti e agli alunni che aderiscono al progetto una traccia didattica che, per sommi capi, ordina in sequenza logica gli argomenti, suggerendo alcuni approfondimenti e schemi logici e raccogliendo le nozioni di base utili per un efficace approccio alle visite guidate sul territorio che rappresentano un indispensabile componente del progetto "L'Adige e le Acque Lagarine".

1. Il ciclo dell'acqua

L'acqua si trova sulla Terra allo stato **solido**, allo stato **liquido** e allo stato **gassoso**. Proprio negli ambienti acquatici, e in particolare nei mari di circa 4 miliardi di anni fa, ha avuto origine la vita sul nostro pianeta. La presenza di acqua liquida sulla crosta terrestre è un fattore indispensabile per lo straordinario fenomeno dell'evoluzione biologica sul *Pianeta Azzurro*, come fu definito quando le prime missioni spaziali consentirono di vederlo "da fuori", apprezzando nel loro insieme le raccolte d'acqua (estese su oltre il 70% della superficie). La distribuzione delle masse d'acqua tra i diversi stati della materia, però, non è costante. Essa dipende dalle fasi climatiche. Nei periodi più freddi, come quelli che si sono susseguiti nel periodo Quaternario (tra circa 650.000 e 12.000 anni fa) una parte significativa dell'acqua era accumulata nelle masse glaciali che si estendevano su gran parte dell'emisfero boreale e di quello australe.

L'acqua, infatti, in tempi e con modalità diverse, si trasforma **passando da uno stato all'altro**. La neve caduta d'inverno, per effetto del calore solare **si scioglie**. L'*acqua liquida* dei mari e dei laghi **evapora** trasformandosi in *vapore acqueo*. Quest'ultimo, quando incontra masse d'aria fredda (ad esempio, perché "è costretto" a salire di quota dai rilievi montuosi) **condensa** e si trasforma in *pioggia* (o in *grandine*, o in *neve*). Quando cade al suolo, la neve, nei climi freddi, si accumula e si consolida nel tempo, formando il cosiddetto *ghiaccio perenne*. Anche questo, tuttavia, non è davvero perenne, perché un giorno, quando il riscaldamento del clima lo raggiungerà, si scioglierà trasformandosi in acqua liquida. Questa serie di trasformazioni che interessano le acque distribuite sulla crosta terrestre, nella crosta terrestre e nell'atmosfera si chiama complessivamente **ciclo dell'acqua**. L'importanza dei cambiamenti di stato dell'acqua per la biologia degli esseri viventi è molto rilevante e provoca, ad esempio, le grandi migrazioni degli uccelli, la discontinuità della crescita di moltissimi organismi animali e vegetali nei climi temperati, i moltissimi fenomeni stagionali nella vita della biosfera.



Rappresentazione schematica del ciclo naturale dell'acqua



L'abbondante presenza di acqua liquida sul Pianeta Azzurro e il suo continuo passaggio allo (e dallo) stato solido e gassoso è il presupposto di molti fenomeni naturali e dello stesso modellamento della crosta terrestre.

A determinare la trasformazione della crosta terrestre e la stessa esistenza di molti tipi di ambienti naturali, tuttavia, non è soltanto il passaggio dell'acqua da solida a liquida, da vapore a liquido e così via. L'acqua, infatti, sia sotto forma di vapore (nell'atmosfera), sia come liquido (sulla crosta terrestre e nel suolo), sia nel suo stato solido di ghiaccio si sposta per effetto delle forze che agiscono su di essa: per effetto della forza della **gravità terrestre**, la pioggia cade al suolo e l'acqua liquida **scorre** verso valle insinuandosi talora nel suolo e nel sottosuolo, accumulandosi nelle depressioni della crosta terrestre, per arrivare, infine, al mare; allo stesso modo, i ghiacciai montani, che a una prima occhiata sembrano immobili, scorrono in realtà come un fiume, solo che lo fanno molto più lentamente. Il vapore acqueo, che vediamo facilmente nei corpi nuvolosi, si muove anch'esso, spesso a grandi velocità, spinto dalle correnti d'aria che in modo pressoché continuo solcano la nostra atmosfera. Anche gli **organismi viventi** hanno un ruolo importante nel trasferimento dei volumi d'acqua, posto che la loro stessa massa è composta in gran parte da acqua assorbita dall'ambiente esterno. È in questo continuo movimento che l'acqua, nelle sue varie forme, esercita una fondamentale azione nel **modellamento della crosta terrestre**, scavando valli e costruendo pianure, disgregando montagne e facendo crescere foreste...



La forza modellatrice delle acque è dovuta principalmente alla gravità terrestre.

2. L'azione erosiva dei ghiacci

Il paesaggio del territorio alpino così come lo osserviamo oggi è il risultato di due grandi processi **geomorfologici**, contrari tra loro, che agiscono sulla crosta terrestre: da un lato la **formazione delle rocce** e il loro innalzamento attraverso il corrugamento della crosta terrestre, dall'altro la loro **distruzione per effetto delle forze erosive**. Tra queste ultime ha avuto, e ha tuttora un ruolo fondamentale l'acqua. Se vogliamo, l'acqua ha grande importanza anche nella costruzione delle rocce, e in particolare di quelle **sedimentarie**, perché è proprio negli ambienti acquatici, e particolarmente nel mare, che i sedimenti si depositano progressivamente cadendo sul fondo e compattandosi poi per effetto della pressione fino a formare, nel tempo, alcune rocce molto diffuse nella crosta terrestre. Ad esempio, sono di origine sedimentaria marina le rocce, come la Dolomia e i Calcari grigi, che affiorano in gran parte della Vallagarina.

Ma l'acqua ha svolto nei millenni anche una profonda azione di **disgregazione delle rocce**, contribuendo al modellamento delle *valli* e dei *monti* così come li vediamo attualmente. Nel suo incessante scorrere da monte a valle, infatti, l'acqua esercita un'**azione erosiva** che nel tempo riesce ad incidere i substrati rocciosi insinuandosi talora fino nel sottosuolo.

Osservando da un punto panoramico i profili odierni della Vallagarina, tuttavia, ci renderemo conto che, più che l'acqua liquida, hanno avuto un'importante funzione erosiva i **grandi ghiacciai** che a più riprese, negli ultimi 650.000 anni, hanno invaso l'Arco Alpino, scendendo con grandi lingue glaciali nelle depressioni fluvio-glaciali preesistenti e "scavando" grandi vallate come, appunto l'intera vallata del Fiume Adige.

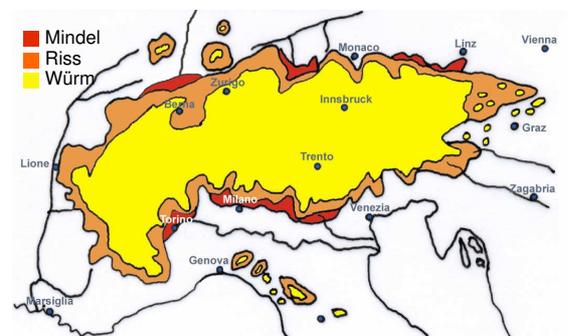
Sebbene l'acqua solida, o ghiaccio, sia apparentemente immobile ad una prima occhiata, infatti, essa si muove in realtà come l'acqua liquida, attratta verso valle dalla forza di gravità. A differenza dei fiumi e dei torrenti, però, i ghiacciai scendono a valle molto più lentamente, ma per contro la loro capacità di scavare le rocce sottostanti (*esarazione glaciale*) è molto maggiore a causa dello spessore del ghiaccio accumulato, del suo stato solido e della grande quantità di detriti che esso ingloba e trasporta verso valle. Nelle ultime quattro grandi glaciazioni, l'ultima della quali si è conclusa "solo" 12.000 anni fa (glaciazione di Würm), lo spessore dei



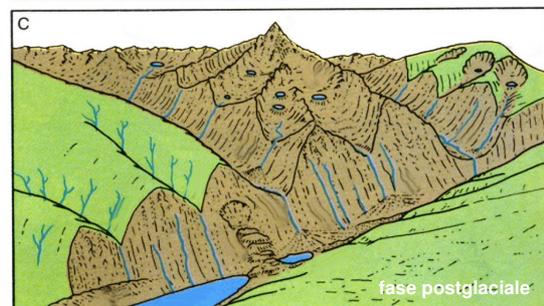
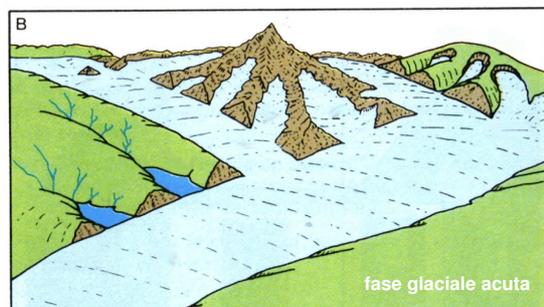
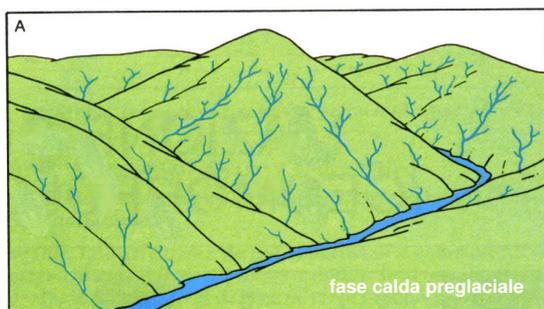
I calcari grigi e la dolomia che affiorano in gran parte della Vallagarina sono rocce sedimentarie con una spiccata stratificazione che hanno avuto origine in ambiente marino circa 200 milioni di anni fa (nella foto: evidente stratificazione delle rocce nella gola del Leno di Terragnolo - Trambileno).



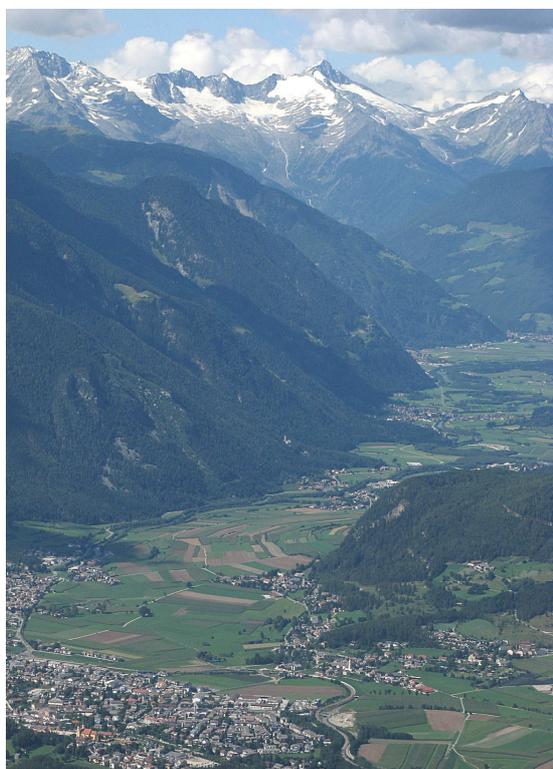
Ricostruzione dell'estensione dei ghiacci nei periodi più freddi delle glaciazioni quaternarie in Europa: si può vedere come la catena alpina risultava invasa completamente dai ghiacci, mentre il livello del Mare Mediterraneo era molto più basso a causa della ritenzione di grandi masse d'acqua nella calotta polare e nei ghiacciai continentali.



Rappresentazione schematica della massima espansione dei ghiacciai alpini durante le ultime tre glaciazioni (di Mindel, Riss e Würm). L'ultima glaciazione, durante la quale i ghiacci raggiunsero nella Vallagarina spessori fino ai 1.500-1.600 m, si concluse circa 12.000 anni fa.



Schema del processo di erosione glaciale di un tipico rilievo montuoso alpino (modificato da Lobeck, 1939)



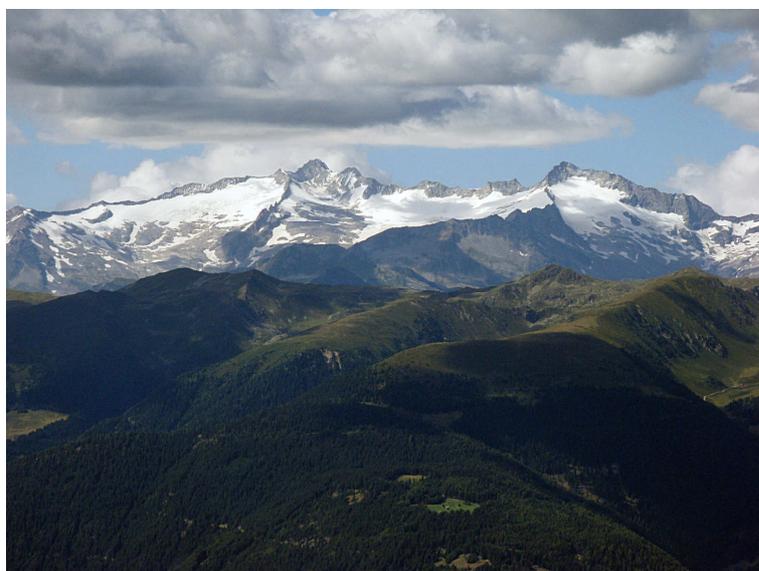
Dei grandi ghiacciai che hanno solcato negli ultimi 650.000 anni il territorio atesino rimangono ormai solo gli ultimi residui (nelle foto, le vedrette che sovrastano la Valle Aurina).

ghiacci nella nostra valle è arrivato a raggiungere i 1.600 m, lasciando emergere soltanto i rilievi più alti come le cime del M. Stivo, della Catena del Baldo e delle Piccole Dolomiti.

Oltre all'effetto erosivo, i ghiacciai hanno esercitato anche un'importante azione di **trasporto** (nelle "fasi fredde") e di successiva **deposizione** (nelle fasi calde di scioglimento e di ritiro glaciale) dei detriti rocciosi strappati al substrato. Questi accumuli di materiali rocciosi profondamente levigati e arrotondati dall'erosione dei ghiacci e dallo sfregamento reciproco hanno prodotto localmente significative conseguenze sulle forme del territorio.

Ad esempio, il più grande lago interno italiano, il Lago di Garda, si è formato grazie all'azione erosiva del *grande ghiacciaio atesino*, costituito da diverse lingue glaciali tra cui quella che solcava l'alta Vallagarina e l'attuale piana Mori-Loppio e con il quale confluì, da un certo punto in poi, anche il *ghiacciaio del Sarca* alimentato dai monti dell'Adamello-Presanella. Il Benàco è oggi uno dei più profondi laghi d'Europa, occupando con le sue acque la profonda depressione scavata dal ghiacciaio e innalzata grazie alla deposizione del grande cumulo di detriti rocciosi trasportati a valle: una sorta di diga naturale costituita dalla *morena frontale* deposta dal ghiacciaio allo sbocco nella Valle Padana.

Gli imponenti fenomeni di **modellamento glaciale** del territorio, insomma, sono i "principali responsabili" della forma della Vallagarina, della sua direzione di sviluppo, della sua larghezza, delle caratteristiche della superficie rocciosa affiorante e di alcune delle sue ramificazioni.



3. Le forme dell'erosione glaciale

Osservando da un punto panoramico la Vallagarina ci renderemo conto immediatamente di alcune caratteristiche generali della sua morfologia che sono facilmente riconoscibili come il risultato dell'azione erosiva dei ghiacci che fino a qualche migliaio di anni fa ricoprivano gran parte del territorio lagarino.

L'ampiezza della vallata e il suo caratteristico profilo a "U", con versanti scoscesi e levigati, spesso costituiti da ambienti rupestri quasi privi di vegetazione, sono il risultato dell'enorme forza scavatrice esercitata dal grande spessore di ghiaccio (fino a 1.000-1.500 m di altezza) accumulato nel solco vallivo preesistente e frammisto ai detriti rocciosi già strappati alle montagne più a monte. Non è raro, per questo, trovare grandi massi deposti dal ghiacciaio in punti molto lontani dal loro luogo di origine (**massi erratici**) trasferiti lì dal lento scorrere verso valle del ghiaccio e caratterizzati da forme arrotondate, superficie levigata e - molto spesso - da una composizione rocciosa ben differente da quella delle altre rocce circostanti.

Anche la tipica forma "arrotondata" e spesso striata dei contrafforti rocciosi (**rocce montonate**) o la presenza di altipiani o piccole balconate rocciose quasi piane (**terrazzi glaciali**), di piccole valli sospese (**valli pensili**) e di caratteristici anfiteatri (**circhi glaciali**) sui versanti montuosi sono l'effetto dell'azione erosiva delle grandi masse glaciali in movimento sulle rocce sottostanti.

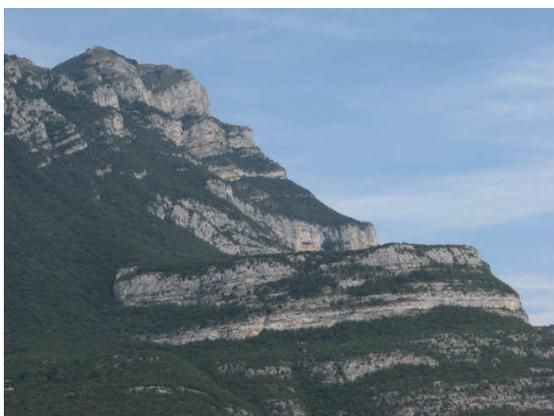
Oggi, nel periodo climatico "caldo" in cui viviamo, non abbiamo a disposizione, nel territorio lagarino, fenomeni glaciali da osservare, ma se ci spostiamo verso monte lungo l'asta dell'Adige, salendo alle quote più alte, scopriremo che intorno ai 3.000 m di altitudine sono ancora presenti le ultime tracce di quei grandi ghiacciai che hanno costruito il paesaggio dove oggi viviamo. Lì abbiamo l'opportunità di vedere come è fatto un ghiacciaio e comprendere meglio come ha svolto in passato il suo fondamentale ruolo di modellatore della vallata che oggi è solcata dal Fiume Adige.



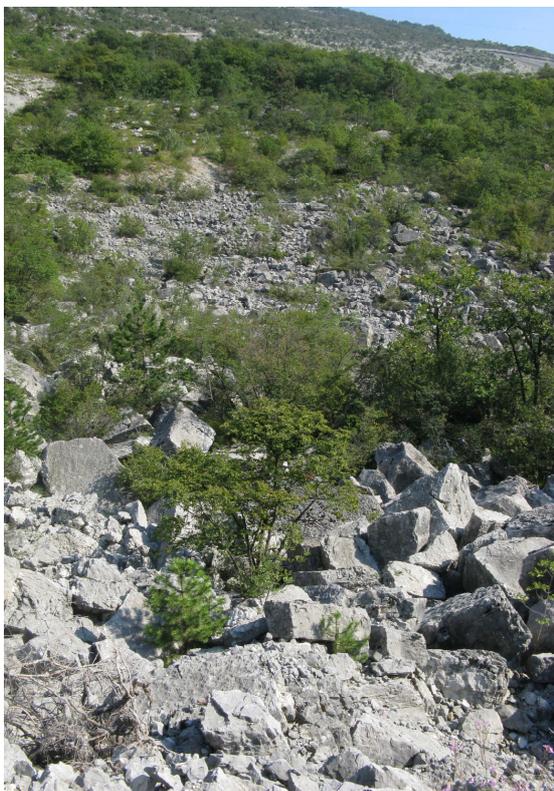
L'ampio e tipico profilo a "U" della Vallagarina tra Ala e Avio ne rivela l'origine glaciale.



I contrafforti montuosi arrotondati e levigati e le rocce montonate ben visibili in tutta la valle (foto: il Cengio Rosso sopra a Castelpietra) sono una traccia tipica del passaggio del ghiacciaio e della sua azione erosiva.



Terrazzo glaciale nella bassa Vallagarina, sopra a Sabbionara di Avio.



La frana postglaciale dei Lavini di Marco è l'ultima, grande conseguenza del passaggio del ghiacciaio atesino e del suo successivo ritiro.

Nel ghiacciaio, dunque, riconosceremo una **fronte**, che è la parte più avanzata che si muove verso valle alimentata dal ghiaccio che progressivamente si forma nella porzione più a monte (**zona di alimentazione**); la fronte è anche la più soggetta, nei periodi caldi, allo scioglimento (**zona di ablazione**), sicché vi riconosceremo una **bocca**, dalla quale esce l'acqua di scioglimento. Sulla superficie, poi, vedremo numerose spaccature verticali (**crepacci** e **seracchi**) dovute allo stiramento della massa glaciale per effetto del suo lento scivolamento verso valle. Il ghiaccio, infatti, che si forma per compattazione della neve caduta al suolo e accumulata progressivamente, è più duro e compatto in profondità, mentre è fragile in superficie.

Dentro la massa glaciale, ma soprattutto alla sua base e ai suoi lati, riconosceremo, infine, il prodotto dell'erosione, ovvero le **morene**, cioè accumuli di massi e pietrame vario strappati al substrato e trasportati verso valle, spesso accumulati in grande quantità davanti alla fronte (**morena frontale**) e ai lati della lingua glaciale (**morene laterali**) o sulla superficie del ghiacciaio (**morene superficiali**).

Se immaginiamo le condizioni della Vallagarina quando il grande ghiacciaio incominciò a ritirarsi verso monte, possiamo ben comprendere le forme odierne della vallata, con il suo profilo ampio, soprattutto nella parte più settentrionale, i *fianchi levigati*, i *terrazzi glaciali* e gli *altopiani* ben evidenti soprattutto nel versante occidentale (Altopiano di Brentonico, terrazzi glaciali di Savignano, Castellano, Patone, Lenzima etc.).

Dal ritiro del ghiacciaio dipendono, infine, anche alcuni grandi fenomeni di **frana** che hanno interessato i versanti negli ultimi millenni per effetto del venir meno del sostegno esercitato dalle grandi masse glaciali sulle pareti rocciose. La più nota è la frana dei Lavini di Marco di dantesca memoria, "qual è quella ruina che nel fianco / di qua da Trento l'Adice percosse".



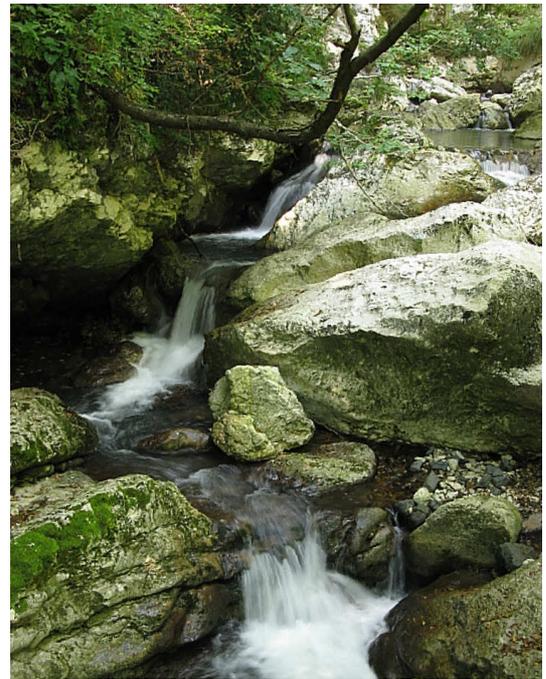
4. L'azione erosiva dei corsi d'acqua

Se il ghiacciaio, insieme al corrugamento della crosta terrestre, è stato il principale responsabile del modellamento del territorio nei suoi caratteri più ampi, l'acqua liquida ha un ruolo altrettanto rilevante nella formazione delle **pianure** e nell'**erosione "minore" dei versanti montuosi**. Attraverso il suo ciclo naturale, come abbiamo visto, e soprattutto per effetto dello **scorrere da monte a valle per effetto della forza di gravità**, le acque superficiali e sotterranee determinano l'**erosione** del substrato roccioso, il **trasporto** dei detriti e la loro **deposizione** più a valle. Per comprendere l'importanza di questo processo basterà pensare a questo: quando beviamo l'acqua di un torrente montano o di una sorgente sappiamo che si tratta di acqua dolce, mentre il mare è fatto di acqua salata e di certo non la beviamo. Perché? Il motivo è semplice. L'acqua accumulata oggi nei mari e negli oceani è salata perché raccoglie tutti i sali strappati in milioni di anni dai fiumi e dai torrenti alle rocce e trasportati verso valle. E siccome quando l'acqua evapora dal mare non si porta dietro i sali, lasciandoli invece nell'ambiente marino, questo - col passare del tempo - diverrà sempre più salato...

Ma al di là di questo processo chimico, il continuo scorrere delle acque sulla (**acque superficiali**) e nella crosta terrestre (**acque sotterranee**) provoca importanti cambiamenti anche nella morfologia del territorio. Spostandosi per **ruscellamento** sul suolo, raccogliendosi nell'**alveo** del torrente, scorrendo verso valle, confluendo nel fiume fino a raggiungere il mare,



L'ampia pianura del fondovalle atesino (qui tra Nomi e Calliano) è nata negli ultimi millenni grazie alle ripetute alluvioni del fiume.



Per effetto del suo continuo scorrere da monte a valle l'acqua erode il substrato roccioso, modellando il territorio (nella foto, uno scorcio del T. Aviana a Prà da Stua).



L'erosione e il trasporto dei detriti avvengono soprattutto in fase di piena (Torrente Sorna).



Le alluvioni fluviali sono costituite dal materiale eroso a monte dalle acque, trascinato a valle e deposto dove la minore pendenza e la maggiore ampiezza dell'alveo lo consentono (foto: T. Leno di Terragnolo).



Tipico profilo a "V" di una valle laterale di origine fluviale (Valle dei Molini, Avio).



Come molti altri centri abitati della Vallagarina, Ala sorge sul conoide di deiezione di un affluente dell'Adige, il Torrente Ala.



Nella bassa Vallagarina, a cavallo con la provincia di Verona, l'Adige mostra ancora il tipico andamento sinuoso e meandriforme.

l'acqua scava il territorio, incide le valli, si raccoglie nei laghi, porta a valle una grande quantità di materiale strappato alle montagne, depositandolo qua e là dove il terreno è meno scosceso e formando, a fondovalle e nella zona pedemontana, grandi depositi livellati che costituiscono le **pianure**.

Osservando la Vallagarina, riconosceremo tutti questi processi e, partendo da monte per scendere a valle, potremo incontrare i tipici paesaggi erosivi delle scoscese **valli di versante** (con tipico **profilo a "V"**), gli alvei ripidi dei **torrenti montani** con frequenti salti di quota (**cateratte, cascatelle e cascate**), i profondi e incassati canyon dove per millenni l'acqua ha inciso profondamente la roccia formando **forre e gole**, e, infine, l'ampia valle glaciale del recettore principale, il Fiume Adige, che con le sue **alluvioni** ha parzialmente riempito il fondovalle formando con i suoi sedimenti più fini una fertile pianura.

Dove le strette valli laterali sboccano nella vallata principale, spesso attraverso un stretta gola come quella di S. Colombano (Torrente Leno) o quella di Dietrobeseno (Rio Cavallo) o, ancora, quelle di Ala (Torrente Ala) e di Avio (Torrente Aviana), si riconoscono ampi ammassi detritici composti di massi, ciottoli e ghiaie che per la loro forma conica che invade la valle si chiamano **conoidi di deiezione**.

I corsi d'acqua montani e di fondovalle sono, per così dire, costretti dentro alvei incassati con poche possibilità di divagare, cosicché il loro corso è per lo più approssimativamente rettilineo. Diversamente il fiume, che ha un ampio fondovalle a disposizione, tende a seguire la via "più comoda" per scendere a valle sulle modeste pendenze della zona pedemontana. Così l'alveo è per lunghi tratti curvilineo, con ampi **meandri** che portano l'acqua da una parte all'altra del solco vallivo e che, nel tempo, tendono a spostarsi verso valle (*migrazione dei meandri*) per effetto della continua erosione sulla parte esterna delle curve e della deposizione di ciottoli, ghiaia e sabbia sulla parte interna della curve. Questa saltuariamente provoca il definitivo *taglio del meandro* e la formazione delle **lanche** fluviali.

Il fiume depone le sue sabbie soprattutto durante le **piene**, che a fasi alterne, tuttavia, possono anche erodere i depositi alluvionali determinando dei veri e propri salti di quota noti come **terrazzi fluviali**, come quello su cui sorge l'abitato di Calliano.

5. Le forme dell'erosione fluviale

Quando piove intensamente abbiamo un'idea immediata di quale sia la potenza erosiva delle **acque ruscellanti**. Convogliate nelle depressioni del terreno e sospinte a valle dalla gravità terrestre queste masse d'acqua precipitate a terra dall'atmosfera possono arrivare a incidere profondamente il suolo, provocando **frane** e **smottamenti**, trasportando a valle detriti di ogni genere e depositandoli qua e là dove la velocità della corrente si riduce consentendone la sedimentazione.

Già l'**acqua piovana**, cadendo e scivolando sulle superfici, esercita un'azione erosiva che nel tempo modella il substrato formando particolari strutture sia sulle rocce (ad esempio, i cosiddetti **campi carreggiati**), sia sui depositi sciolti di detriti (come nel caso delle **piramidi di terra** e dei **calanchi**).

Un effetto più lento, ma inesorabile, di disgregazione delle rocce e di incisione dei versanti avviene anche in modo più continuo, attraverso lo scorrere delle acque negli alvei e sottoterra. L'acqua, infatti, o meglio la cosiddetta acqua geologica ha la capacità di aggredire certi substrati rocciosi, sciogliendoli lentamente e creandosi un reticolo di cunicoli e alvei sotterranei che, dove le condizioni lo permettono, formano vere e proprie cavità con **torrenti** e **laghi sotterranei**. Le rocce calcaree vengono sciolte, in tempi lunghi, dall'acqua, grazie alla sua natura chimica leggermente acida: così si formano le **grotte carsiche**. I suoli impregnati d'acqua e alimentati per via superficiale o sotterranea, poi, costituiscono le **falde acquifere**.

Come nel caso dei ghiacciai, anche i corsi d'acqua non erodono la roccia solo per via diretta, ma piuttosto lo fanno attraverso l'azione smerigliatrice dei detriti presenti nei loro alvei. I **massi fluviali** e i **ciottoli**, mossi dalla corrente verso valle, si urtano tra loro e vanno a sbattere contro la roccia viva favorendone la progressiva disgregazione. Il risultato è facile da verificare. Osservando il **letto naturale** dell'Adige o di uno dei suoi affluenti, vedremo che qui - invariabilmente - le pietre non hanno spigoli vivi, ma sono *arrotondate* e *smussate* mostrando una forma tipicamente ovale, tutt'al più un po' appiattita. Questo è il risultato di una lunga azione iniziata molto tempo fa che ha portato ogni singolo pezzo di roccia verso valle, facendolo rotolare e sbattere sul fondo del corso d'acqua e assottigliandolo progressivamente. L'erosione diretta sulla roccia madre da parte dei ciottoli o dei massi, invece, si



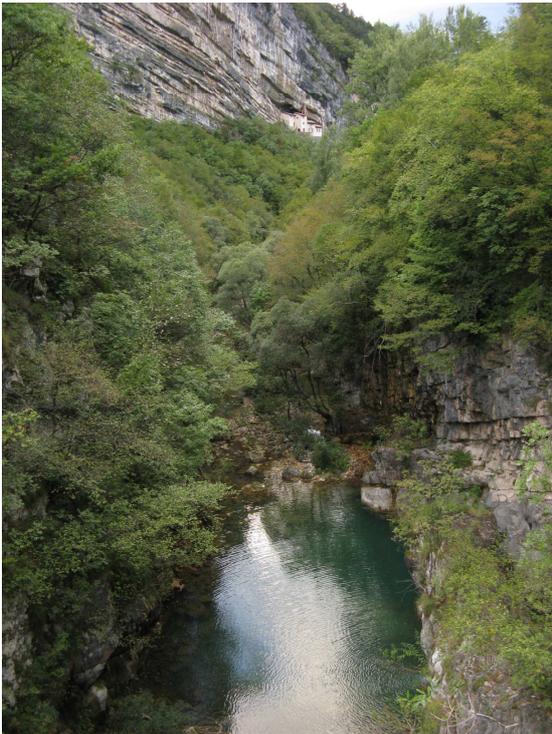
L'acqua piovana, cadendo al suolo, erode progressivamente le rocce calcaree formando caratteristiche strutture, i campi carreggiati.



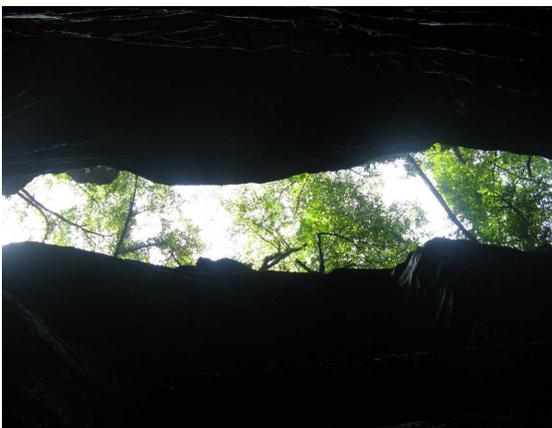
Calanchi generati dall'erosione pluviale sull'Altopiano di Brentonico.



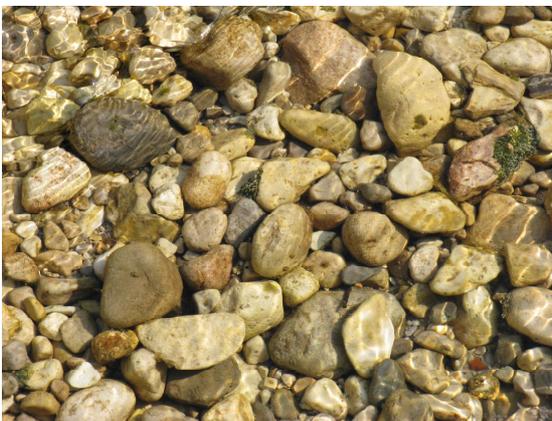
Le concrezioni calcaree all'interno delle cavità sotterranee sono la testimonianza dell'azione carsica delle acque che, infiltratesi nel sottosuolo, hanno sciolto la roccia scavando percorsi anche molto lunghi. Il pozzo di Val del Parol, sul Monte Altissimo, ad esempio, partendo da quota 1.595 m s.l.m., si snoda per circa 2,5 km nelle viscere della montagna per un dislivello di oltre 400 m.



La profonda gola scavata dal Torrente Leno di Vallarsa allo sbocco nella vallata dell'Adige ha pareti rocciose verticali difficilmente accessibili, scelte, non a caso, come luogo di meditazione dai monaci che vi si ritirarono a partire da 1.300 anni fa costruendo l'eremo di S. Colombano.



La stretta apertura verso il cielo di una forra.

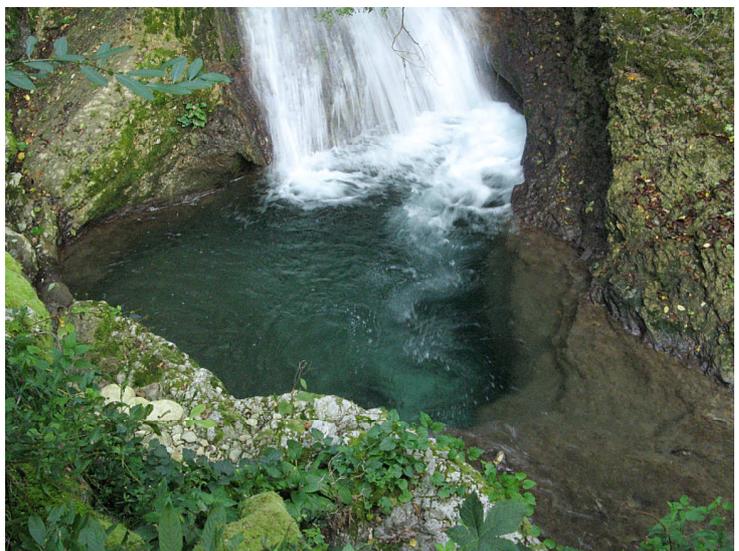


I massi, i ciottoli e le ghiaie fluviali hanno forme arrotondate e spigoli smussati: i loro continui urti reciproci dovuti alla forza dell'acqua, ne provocano l'arrotondamento e la levigatura.

riconosce facilmente nelle **marmitte dei giganti**, delle forme erosive molto caratteristiche generate dal continuo movimento rotatorio di una pietra mossa dall'acqua in un depressione dell'alveo: per sfregamento il ciottolo un poco alla volta si riduce, ma nel frattempo consuma anche la roccia sottostante formando una specie di catino emisferico.

Il risultato di questa lunga azione erosiva è particolarmente evidente nelle **forre fluviali**. Queste si trovano per lo più alla confluenza della valli laterali nella vallata principale. Quest'ultima, a causa della grande massa glaciale che vi scorreva in passato, era più profonda delle valli laterali che vi confluiscono, nelle quali il ghiaccio era meno spesso e dunque esercitava una minore forza erosiva. Allo sbocco nella valle principale, dunque, le valli laterali, al ritiro dei ghiacci, risultavano spesso più elevate, formando **cascate** e **cateratte**. In seguito l'azione erosiva dell'acqua ha permesso agli affluenti di incidere la roccia formando i profondi canyon che oggi possiamo ammirare, caratterizzati da pareti pressoché verticali e una larghezza molto stretta.

L'entità della forza di erosione, trasporto e deposizione dei detriti rocciosi da parte delle acque dei torrenti e dei fiumi ci appare chiara quando osserviamo la **composizione del letto del torrente o del fiume**. Nell'alveo dell'Adige, ad esempio, troveremo pietre di composizione rocciosa molto varia, anche se le rocce affioranti tutt'intorno in Vallagarina sono invariabilmente calcaree. È così perché molte di quelle pietre vengono da lontano, sia nel tempo, sia nello spazio: le ha trasportate verso valle, per millenni, lo scorrere del fiume.

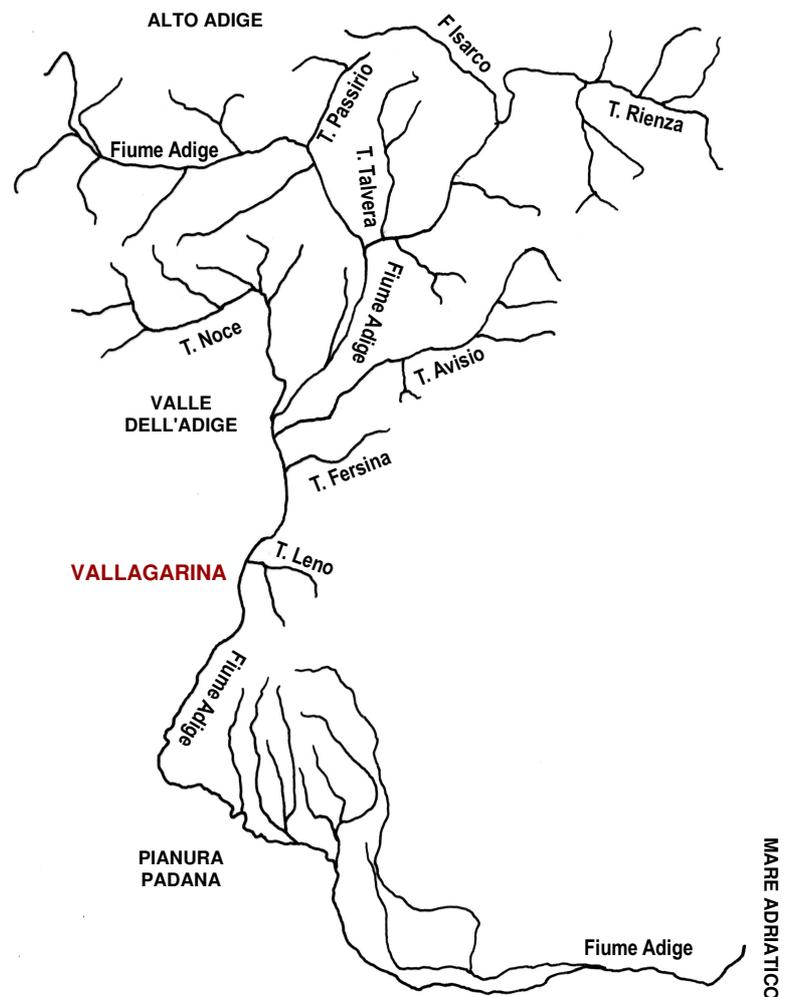


Le marmitte dei giganti (qui sul Rio Cavallo/Rosspach) sono cavità emisferiche scavate nella roccia dal movimento rotatorio continuo di uno o più massi spinti dalla forza dell'acqua.

6. Il reticolo idrografico: acque ferme e correnti

Nel loro insieme i **corpi idrici** che si trovano sulla superficie terrestre compongono il **reticolo idrografico**. Questo complesso sistema di arterie che solcano il territorio non è casuale, ma dipende dal processo continuo di trasferimento verso valle dell'acqua che, sotto forma di pioggia, di neve o di grandine, cade al suolo dall'atmosfera. Ogni goccia d'acqua che raggiunge terra ha - per così dire - una via obbligata per arrivare fino al mare. Il suo destino, infatti, è segnato dalla forza di gravità terrestre. Poiché il territorio della nostra vallata è spiccatamente montuoso, la maggior parte delle precipitazioni atmosferiche cade su dei rilievi montuosi. Sarà la forza di gravità, dunque, a trascinarla a valle per la strada più semplice e diretta, attraverso delle vie che sono ormai segnate da miliardi e miliardi di gocce d'acqua che l'hanno preceduta e che si sono fatte strada scavando il territorio, formando le **valli** e disegnando **alvei** più o meno stabili dove unirsi per scendere a valle. Il territorio che "porta acqua" a un fiume costituisce il suo **impluvio** o **bacino idrografico**: dalle cime montuose i pendii convogliano l'acqua a valle e per questo si chiamano **versanti** (nel senso che versano le acque superficiali negli alvei di fondovalle). L'acqua che scorre nell'Adige nella Vallagarina, dunque, è la somma delle acque che defluiscono da un ampio bacino esteso per oltre **10.000 chilometri quadrati**.

Le dimensioni del bacino imbrifero e le precipitazioni medie che vi hanno luogo determinano la quantità d'acqua che, nell'unità di tempo, scende lungo il corso d'acqua recettore e che ne costituisce la **portata**. Per la verità non tutta l'acqua che cade sul territorio finisce direttamente nei rivi, nei torrenti e nei fiumi. Una parte significativa **evapora** prima di riuscire a scendere a valle. Un'altra porzione viene assorbita dalla piante e dagli altri organismi viventi, che la disperdono spesso nell'atmosfera per **traspirazione**. In molti casi, poi, molta acqua si **infiltra** nei terreni permeabili e scende anche a grandi profondità lungo un altro reticolo idrografico che anziché essere superficiale, conduce le acque anche per molti chilometri e per tempi più o meno lunghi sottoterra. Solo quando incontrano rocce o terreni impermeabili, questi **corsi d'acqua sotterranei** riemergono sulla superficie dando origine a fenomeni di **risorgenza** delle acque sui pendii montuosi (**sorgenti di versante**) o sul fondovalle o ai piedi dei corpi montuosi maggiori (**risorgive pedemontane**).



Il bacino imbrifero del Fiume Adige si estende per circa 12.200 chilometri quadrati, dei quali solo 623 appartengono alla Vallagarina; qui, tuttavia, il fiume ha una grande portata (mediamente, nell'anno, circa 200 m³/s), raccolta da oltre 10.000 kmq di impluvio costituito dall'Alto Adige e dai bacini imbriferi del Noce, dell'Avisio, del Fersina e di alcuni tributari minori.

TIPOLOGIE DI AMBIENTI LACUSTRI e PALUSTRI



grande lago pedemontano (Lago di Garda)



lago-stagno (Lago di Cel)



lanca fluviale (Taio di Nomi)



palude (Palù di Borghetto)



torrente montano (Rio Cavallo)



torrente di fondovalle (Torrente Leno di Terragnolo)



fiume pedemontano (F. Adige al Vo' di Avio)



risorgiva (Trambileno)

TIPOLOGIE (ZONE) DI AMBIENTI FLUVIALI

L'Adige e le Acque Lagarine

progetto didattico triennale per le scuole secondarie di primo grado della Vallagarina

CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

ACQUE FERME		ACQUE CORRENTI	
LAGHI DI CIRCO D'ALTA QUOTA	frequenti sui versanti montuosi a quote medio-alte; costituiti da acque raccolte negli anfiteatri glaciali dopo il ritiro delle lingue glaciali	RUSCELLI D'ALTA QUOTA	piccoli corsi d'acqua superficiali spesso con carattere stagionale, alimentati prevalentemente dallo scioglimento della neve
LAGHI MONTANI DI SBARRAMENTO DA FRANA	di origine relativamente recente, sono nati prevalentemente a seguito dei grandi eventi franosi postglaciali responsabili dello sbarramento di corsi d'acqua	RIVI MONTANI	corsi d'acqua permanenti, con portate modeste che si trovano alla testata dei bacini imbriferi e generalmente ad alte quote
LAGHI DI DOLINA	occupano avvallamenti carsici o depressioni scavate dal ghiacciaio nella sua azione erosiva	RISORGIVE DI VERSANTE	corpi idrici d'acqua corrente alimentati dallo sgorgare alla superficie di acque sotterranee sui versanti montuosi
LAGHI DI SBARRAMENTO ALLUVIONALE	tipicamente raccolgono le acque di uno o più corsi d'acqua il cui corso sia stato progressivamente occluso dal deposito di detriti trasportati a valle dalle acque di un corso d'acqua affluente	TORRENTI MONTANI	tipici corsi d'acqua alpini che solcano le valli montane ad alta pendenza media e per questo sono caratterizzati da fondali ricchi di massi e ciottoli e da una turbolenza molto alta
LAGHI DI SBARRAMENTO MORENICO	grandi laghi la cui soglia a valle è costituita dall'arco morenico frontale di un antico ghiacciaio che, ritirandosi, ha lasciato spazio all'invaso lacustre	TORRENTI DI FONDOVALLE	costituiscono il tratto inferiore dei torrenti, e solcano le valli fluviali con minore pendenza; sono alimentati dalla confluenza di diversi tributari
LAGHI VULCANICI DI CALDERA	raccolte d'acqua che occupano le depressioni costituite da antichi crateri vulcanici ormai inattivi	FIUMI PEDEMONTANI	scorrono nei fondovalle più ampi, con bassa pendenza e turbolenza ridotta, ma portata accresciuta dalla confluenza di numerosi tributari
LAGHI CARSICI	ambienti lacustri spesso profondi e molto complessi che occupano cavità scavate dalle acque attraverso lo scioglimento di rocce calcaree; hanno spesso immissari ed emissari sotterranei	RISORGIVE PEDEMONTANA	tipici ambienti acquatici alimentati da acque sotterranee a livello del fondovalle, dove i corsi d'acqua sotterranei vengono a contatto con strati impermeabili che ne causano l'emersione
LAGHI-STAGNI	laghi estesi ma con profondità per lo più bassa, che vengono invasi per gran parte della superficie dalla vegetazione emergente; costituiscono uno stadio avanzato della vita di un lago		
STAGNI	piccoli bacini lacustri naturali in avanzato stadio di interrimento per effetto dello sviluppo della vegetazione riparia e acquatica (quest'ultima invade tutto lo specchio d'acqua)		
TORBIERE	ambienti acquitrinosi con un lento ricambio d'acqua e ricchi di vegetazione, che costituiscono lo stadio più avanzato dell'evoluzione naturale dei laghi in ambiente freddo		
LAGHI ARTIFICIALI	laghi di morfologia varia, ma sempre riconducibili all'intervento umano: realizzati al fine di raccogliere le acque temporaneamente per sfruttarle ad uso potabile, irriguo, di abbeveramento del bestiame etc.; nelle Alpi i più grandi hanno generalmente funzione di invaso idroelettrico attraverso lo sbarramento dei corsi d'acqua maggiori con dighe artificiali		

Tutti i laghi, nel tempo, sono destinati a un progressivo processo di interrimento: gli stagni ne rappresentano uno stadio avanzato, in cui l'intero specchio lacustre viene invaso dalla vegetazione acquatica sommersa ed emergente (Lago di Cei).



Oltre ai laghi naturali, il territorio lagarino ospita diversi laghi artificiali, prevalentemente con funzione di serbatoi idroelettrici, costruiti per scopo di produzione energetica attraverso l'edificazione di dighe e sbarramenti dei corsi d'acqua naturali (nella foto, la diga di Prà da Stua, che sbarrava l'alto corso del Torrente Aviana raccogliendo anche le acque di numerosi corsi d'acqua minori).



Il bacino di S. Colombano, la cui formazione è dovuta allo sbarramento artificiale della gola del Torrente Leno di Vallarsa, nella bassa Vallarsa.

L'acqua che scorre negli alvei o si raccoglie nelle depressioni lacustri costituisce ambienti spesso molto differenti tra loro. Gli ambienti acquatici propriamente detti sono **permanenti**, e dunque non si prosciugano mai. Si dividono convenzionalmente in due grandi categorie in funzione del tempo di permanenza dell'acqua: le **acque ferme** o **stagnanti** hanno un **tempo di ricambio** (cioè il tempo teorico necessario per il ricambio completo di tutto il volume d'acqua) relativamente lungo e appaiono, appunto, ferme, mentre le **acque correnti** hanno una velocità di ricambio molto alta poiché scorrono continuamente da monte a valle. Questo aspetto ha grandi conseguenze di carattere ecologico e biologico. Nelle acque stagnanti, infatti, si sviluppano organismi microscopici fluttuanti (il **plancton**) che nelle acque correnti, al contrario, non possono stazionare a causa della corrente. Ogni lago ha uno o più **immissari** che lo alimentano, talora per via sotterranea. L'**emissario**, che fa defluire l'acqua dal lago attraverso una **soglia**, è generalmente unico, ma può anch'esso essere sotterraneo (tipicamente nei *laghi carsici*).

Ogni **corso d'acqua** ha una **sorgente** principale a cui sono spesso associate sorgenti minori e alle quali si aggiungono via via, da monte a valle, gli **affluenti** che convogliano al corso d'acqua **recettore** le acque drenate dal territorio. La **foce** segna il passaggio da un corso d'acqua al suo recettore. Il recettore finale è, nel caso del bacino dell'Adige, il Mare Adriatico che il fiume raggiunge nei pressi di Chioggia, a circa **410 km** dalla sorgente.

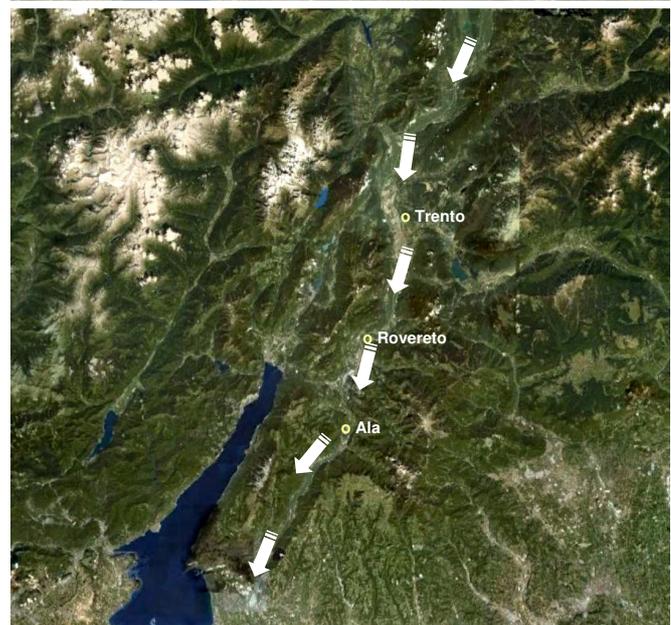
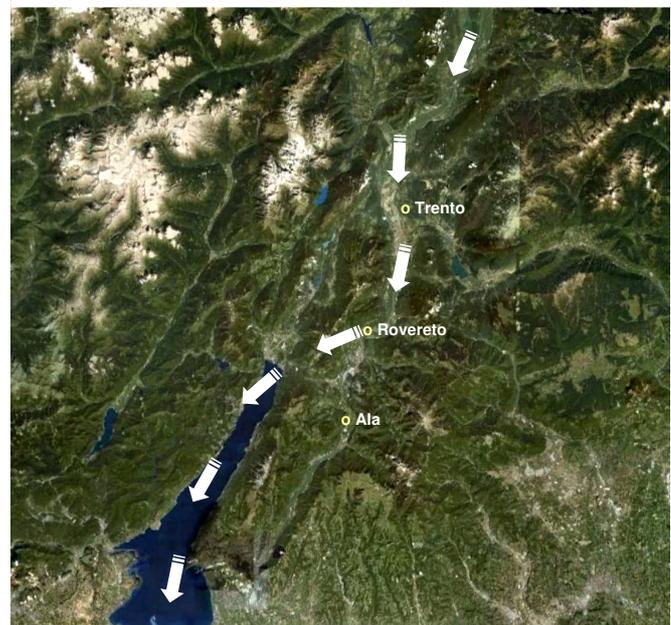
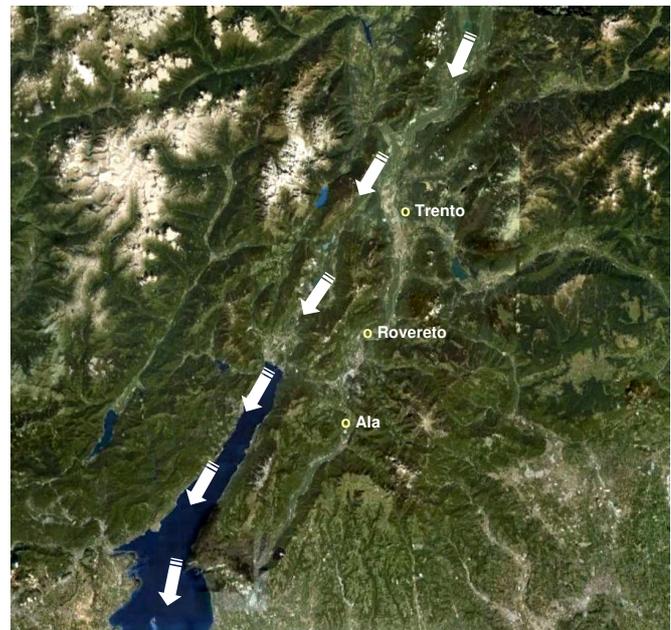
In funzione delle loro modalità di formazione e delle loro caratteristiche di profondità, di altitudine etc. i laghi sono catalogati in diverse categorie convenzionali. Allo stesso modo, i corsi d'acqua, che dalla sorgente alla foce cambiano progressivamente le loro caratteristiche (portata media, composizione granulometrica del fondo, velocità di corrente, turbolenza, temperatura dell'acqua, ricchezza in detriti e sali disciolti etc.), vengono suddivisi in zone successive corrispondenti ad altrettante **tipologie ambientali** secondo il criterio della **zonazione longitudinale**.

7. Paleoidrografia

Con il termine "paleoidrografia" si descrive il complessivo andamento del reticolo idrografico nel passato più o meno remoto. I grandi fenomeni dinamici glaciali e fluviali che si sono sovrapposti nel corso della storia naturale, anche nella Vallagarina, hanno prodotto intense trasformazioni non solo della superficie terrestre, ma anche del percorso dei fiumi e dei torrenti. Di queste grandi modificazioni oggi rimane una traccia evidente sul territorio di fronte alle quali possiamo porci qualche interrogativo.

Ad esempio, perché la vallata solcata dall'Adige è molto più ampia nella zona di Rovereto e invece si restringe a valle di un luogo che - non a caso - ha preso il toponimo di Serravalle? E perché in corrispondenza di Mori la valle si divarica in due rami, uno dei quali volge a occidente fino a sboccare, tramite il Passo di S. Giovanni, verso il Basso Sarca e il Garda? O, ancora, come si è originata la Val di Gresta, un solco vallivo che oggi ci appare sospeso e privo di un corso d'acqua significativo che lo solca?

Tutti questi fenomeni che oggi osserviamo sono il risultato dell'interazione dello scorrere dei ghiacci e delle acque con il territorio lagarino. Osservando dall'alto le valli che solcano le Prealpi centrali da Nord a Sud, fino a raggiungere la Val Padana, ci accorgeremo che il loro andamento in passato non doveva essere lo stesso. Il grande ghiacciaio atesino, ad esempio, secondo una verosimile ricostruzione paleoidrografica, originariamente doveva occupare il solco vallivo del Basso Sarca fino a quando, anziché transitare per l'attuale Valle dei Laghi attraverso la sella di Terlago, grazie ai nuovi apporti di ghiacciai laterali, avrebbe insinuato la sua lingua principale in una "nuova via" coincidente con la bassa Valle dell'Adige e l'alta Vallagarina. Anche qui, tuttavia, il ghiacciaio percorreva probabilmente una via diversa dall'attuale Fiume Adige, dirigendosi verso Ovest e raggiungendo il grande solco vallivo oggi occupato



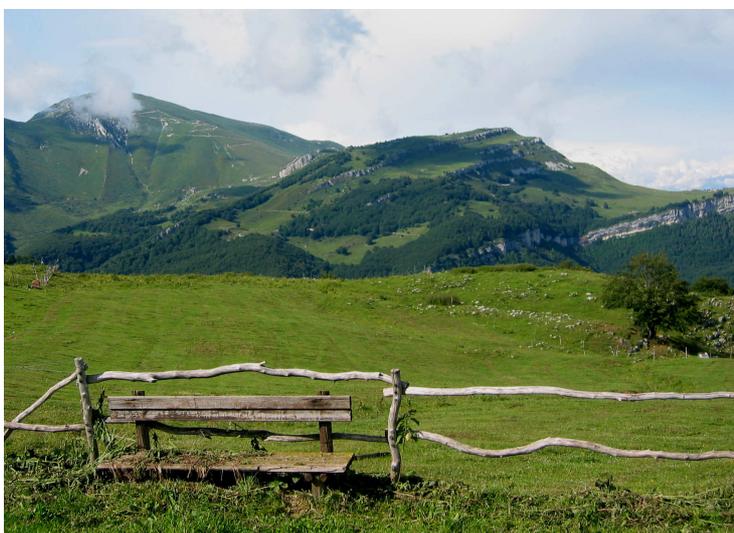
Probabile evoluzione del tragitto principale del grande ghiacciaio atesino a cavallo delle glaciazioni quaternarie.

dal Lago di Garda: così avrebbe "scavato" l'ampio tratto vallivo che oggi osserviamo tra Mori e Loppio e che, una volta abbandonato dal suo corso d'acqua, si sarebbe trasformato in una **valle morta**. Successivamente, infatti, per **sfondamento della soglia** meridionale del grande catino glaciale corrispondente all'alta Vallagarina, il ghiacciaio avrebbe deviato verso Sud, incidendo profondamente il substrato roccioso e costruendo l'attuale bassa Vallagarina, che non a caso è più stretta dell'alta Vallagarina.

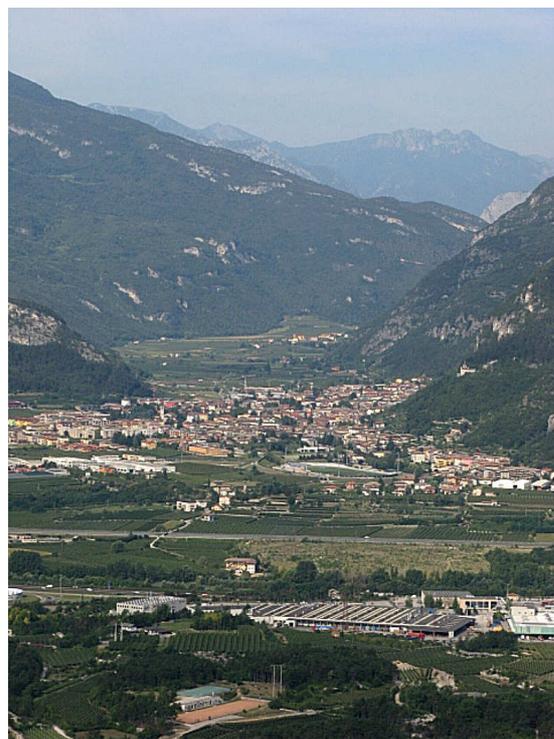
Questo fenomeno di **cattura idrografica** verso Sud successivamente si è accentuato, in fase postglaciale, grazie all'azione erosiva del fiume che, incidendo la soglia rocciosa in corrispondenza della chiusa di Ceraino, ha definitivamente portato l'Adige nel suo attuale alveo scavando una gola stretta e profonda che lo porta fino alla pianura del Po, verso la città di Verona.

La ricostruzione dell'antico tragitto del ghiacciaio atesino spiega anche come a quote decisamente più alte rispetto all'attuale fondovalle si trovino tratti di **valli glaciali sospese**, delle quali la Val di Gresta è un evidente esempio.

L'emersione delle vette più alte, durante le fasi glaciali acute, rispetto all'esteso e massiccio intreccio di lingue glaciali del fondovalle, ha dato rifugio a molti organismi viventi tipici dei climi freddi che, al ritiro dei ghiacci, hanno trovato qui delle **isole fredde** nel bel mezzo del continente e hanno potuto sopravvivere nell'odierna fase climatica calda. Per questo le montagne più alte della Vallagarina hanno una ricchezza biologica spiccata, dovuta in gran parte a questi **relitti glaciali** sopravvissuti alle grandi glaciazioni.



La catena del M. Baldo è ricca di vegetali riconoscibili come relitti glaciali sopravvissuti alle grandi glaciazioni quaternarie.



Osservando dal Monte Zugna (in alto) e da Castione (al centro e in basso) si riconosce facilmente l'ampia "valle morta" di origine glaciale incisa dal ghiacciaio atesino prima che il suo corso fosse catturato verso Sud, favorendo la progressiva incisione della bassa Vallagarina. Nel corso delle glaciazioni quaternarie l'idrografia della valle è cambiata ripetutamente. L'assetto che osserviamo oggi è il risultato finale di questi processi e del definitivo sfondamento della soglia a Sud in corrispondenza della chiusa di Ceraino.

8. L'insediamento delle comunità umane lungo i corsi d'acqua

Durante le fasi acute delle glaciazioni quaternarie e fino al ritiro delle lingue glaciali dai fondovalle il territorio della Vallagarina risultava del tutto inospitale per gran parte della fauna. Anche in occasione dell'ultima glaciazione (glaciazione di Würm), il cui termine è convenzionalmente indicato tra 12.000 e 11.000 anni fa, le grandi masse glaciali insinuate tra i rilievi montuosi impedivano l'accesso e l'insediamento a molti animali, così come alle popolazioni umane primitive. Perciò si comprende come, al progressivo **ritiro dei ghiacci**, le prime zone frequentate dagli uomini preistorici siano state quelle degli **altopiani** e dei **versanti montuosi** meno impervi, liberati dai ghiacci ben prima dei fondovalle.

In Vallagarina, i primi segni della presenza umana fino ad oggi rinvenuti risalgono al *Paleolitico medio*, compreso tra 100.000 e 35.000 anni fa e sono riconducibili al transito, più che all'insediamento, di gruppi di uomini di Neandethal nelle fasi meno acute della glaciazione. Nel *Paleolitico superiore*, cioè in una fase di progressivo riscaldamento del clima e di lento ritiro glaciale tra 15.000 e 10.000 anni fa, i fondovalle dovevano risultare ancora del tutto inaccessibili, sicché le tracce della presenza umana, ora riconducibile all'*Homo sapiens sapiens*, sono tutte confinate alle quote medio alte, particolarmente sulla Catena del Monte Baldo e nell'alta Lessinia (fino alla Sega di Ala). Si tratta dei segni del **passaggio temporaneo o stagionale** di cacciatori al seguito dei grandi ungulati, in particolare cervi e stambecchi, che soprattutto d'estate raggiungevano le ampie praterie alpine ormai libere dai ghiacci e ricche di pascoli.

Solo nel **Mesolitico**, a partire da circa 8.000 anni fa, il fondovalle atesino, finalmente libero dai ghiacci, permise l'insediamento, anche in questo caso a carattere prevalentemente stagionale, di comunità umane

sempre più consolidate che, probabilmente spinte dalla crescente carenza di selvaggina, si spostavano sul fondovalle sfruttando anche **fonti alimentari legate all'acqua** ad esempio attraverso la **pesca**. In molti dei siti archeologici sparsi lungo il fondovalle dell'Adige, che sono quasi tutti **ripari sottoroccia**, abbondano i resti di pesci che in molti casi superano in quantità quelli di selvaggina.

Successivamente il fondovalle è divenuto sempre più una **via di transito** rilevante anche ai fini degli scambi tra diversi gruppi umani e la via fluviale atesina ha assunto un'importanza sempre maggiore di scambio tra l'area retico-norica (verso l'Europa centrale) e il bacino mediterraneo. Anche alcune valli laterali hanno assunto il ruolo di vie di comunicazione permanenti.

È in **epoca romana**, in particolare, che vengono realizzate rilevanti opere volte a consentire il transito lungo la valle, soprattutto tramite vie lastricate e anche carrabili capaci di collegare i



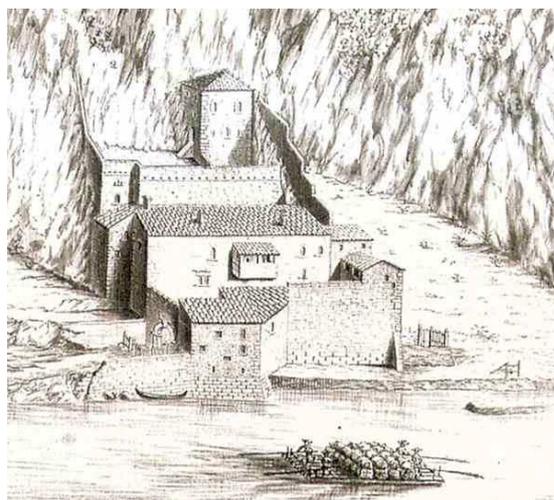
Resti ossei di pesci (vertebre, scaglie, denti etc.) rinvenuti in uno dei numerosi siti archeologici mesolitici della vallata dell'Adige: in questi luoghi, probabilmente frequentati solo stagionalmente, gli uomini mesolitici si sono cibati prevalentemente di pesci catturati nei vasti ambienti acquatici sparsi sul fondovalle.

nuovi accampamenti militari e poi gli **insediamenti stabili** che avrebbero dato origine a molti dei centri abitati che oggi troviamo lungo l'Adige e i suoi affluenti.

Il successivo uso via via più intensivo del territorio di fondovalle ha favorito lo sviluppo degli insediamenti lungo il fiume, causando un progressivo restringimento dell'alveo entro **arginature artificiali** sempre più imponenti e favorendone l'utilizzo come **via di comunicazione navigabile** destinata soprattutto ai traffici commerciali tramite la *fluitazione* del legname e il trasporto di merci con *chiatte* e *zattere*. Alcuni centri abitati rivieraschi hanno assunto una notevole rilevanza proprio in relazione con il traffico fluviale, come nel caso di Borgo Sacco.

Gli stessi corsi d'acqua tributari dell'Adige nella Vallagarina hanno assunto a partire dal **Medioevo**, nonostante la natura impervia dei loro alvei e delle valli, un'importante valenza legata soprattutto alla **forza motrice dell'acqua**. Così si spiega la diffusa presenza, in molte valli laterali, di insediamenti sparsi o piccoli nuclei abitati che spesso portano nomi chiaramente riconducibili alle attività produttive che vi si svolgevano grazie allo sfruttamento dell'acqua che, derivata tramite opere di presa idrica e canalizzazioni, serviva a far funzionare **mulini** e **seghe** (di qui, ad esempio, i nomi di Molini e Molino nuovo nella valle del Rio Cavallo-Rospach, oppure di Valle dei Molini a monte di Avio). La stessa città di Rovereto, e in particolare le attività tessili legate al grande sviluppo settecentesco dell'*industria della seta*, utilizzarono la le acque del Torrente Leno, derivate con apposite canalizzazioni (roggia Paiari, roggia grande, roggia piccola, rogge riunite), per alimentare i filatoi.

Solo nei tempi più recenti, infine, a partire dalla metà dell'Ottocento, il fiume, soprattutto nell'alta Vallagarina, è stato incanalato in un alveo molto ristretto rispetto alle condizioni originarie e naturali, e il territorio strappato alla sua influenza è stato intensamente antropizzato con la diffusione dell'**agricoltura intensiva**, la costruzione di **grandi opere ferroviarie e stradali** e l'ampliamento progressivo degli **insediamenti abitati e produttivi**. Molti degli insediamenti nelle valli laterali, infine, hanno progressivamente perso dall'inizio del Novecento fino ad oggi, la loro valenza di siti produttivi legati alla forza motrice dell'acqua che è stata progressivamente soppiantata da altre forme di energia, tra le quali ha assunto un ruolo fondamentale l'*energia idroelettrica*.



Questo disegno del Settecento raffigura l'utilizzo dell'Adige come via navigabile a Borgo Sacco, al confine tra la Contea del Tirolo e la Repubblica di Venezia.



Scorcio dell'attuale Borgo Sacco, che fino alla costruzione della Ferrovia del Brennero ebbe un importante ruolo nei traffici commerciali come centro portuale lungo l'asta dell'Adige.



Il piccolo agglomerato di Molini, lungo il Rospach (Rio Cavallo), oggi è praticamente disabitato, ma fu uno dei molti centri produttivi sorti lungo il corso del torrente per sfruttare la forza motrice dell'acqua.

9. Il trasporto solido

Un tipico corso d'acqua, scendendo da monte a valle, non convoglia verso il mare solo acqua, ma anche una congerie di materiali molto vari strappati al territorio del suo impluvio, soprattutto quando grandi quantità d'acqua scendono sul terreno durante le piogge più intense o durante la fase più acuta del disgelo primaverile. Tutto questo **materiale eroso dal substrato** e trascinato a valle si definisce nel suo insieme **trasporto solido** ed è composto da **detriti inerti** e da **detriti organici**. I primi sono pezzi più o meno grandi di pietra staccata dalla roccia madre dalla forza erosiva dell'acqua o, più spesso, franata a valle per effetto dei fattori di disgregazione e della gravità. I detriti organici, invece, sono il risultato dell'attività biologica di molti organismi, vegetali e animali, che vivono sul territorio: tronchi e rami di alberi, foglie, resti di animali, humus prodotto e accumulato nelle praterie e nelle foreste finché l'acqua ruscellante sul terreno durante le precipitazioni più intense non lo smuove sospingendolo a valle.

La sostanza organica trasportata a valle ha una fondamentale azione nel nutrimento di molti organismi acquatici e nel complesso della catena alimentare del torrente e del fiume. I detriti inorganici, invece, oltre a costituire un importante substrato per la vita degli animali acquatici, una volta raggiunte le **zone di deposizione**, dove la pendenza dell'alveo è minore e l'acqua rallenta la sua corsa e ne permette la **sedimentazione**, formano estese **pianure** dovute alla decantazione della *alluvioni fluviali* e alla loro *stratificazione*.

Osservando il placido fluire del Fiume Adige nel fondovalle lagarino, risulta difficile immaginare come esso abbia potuto costruire dei **materassi alluvionali** che oscillano tra i 100 e i 200 m di spessore. Ma se immaginiamo il fenomeno della deposizione dei detriti nel tempo, ricordando che il fiume, nel suo stato naturale, "si muove" di qua e di là nella vallata, comprenderemo meglio come dalla fine dell'ultima glaciazione esso abbia potuto deporre così tanti **massi, ciottoli, ghiaie, sabbie e limi**. Se poi il fiume lo osserviamo durante le piene, quando è maggiore il fenomeno del trasporto solido, intuiremo dalla elevata **torbidità** dell'acqua che essa è carica di **solidi sospesi** (soprattutto sabbia e limo) mentre sul fondale massi, ciottoli e ghiaia saranno sospinti a valle dalla grande forza della corrente e dagli urti reciproci tra le pietre mosse dall'acqua.



A seguito delle precipitazioni più intense la portata dei corsi d'acqua aumenta anche di dieci volte o più: dopo che la piena è passata, rimane la traccia di una intensa azione erosiva sull'alveo e sulle sponde.



Detriti inerti (massi e ciottoli) e organici (rami, tronchi, piante sradicate) depositati a valle dal progressivo calo della portata di piena.



Molti massi e ciottoli nel letto del fiume hanno composizione diversa dalle rocce circostanti: vengono da lontano e sono arrivati lì trasportati dalla forza della corrente.



Le acque torbide e limacciose dell'Adige durante una piena autunnale rivelano l'alto contenuto di solidi sospesi trascinati a valle.

10. Le alluvioni storiche

Nella storia recente del Fiume Adige, che a partire dall'epoca romana è sempre più stata condizionata dagli interventi di regolazione idraulica compiuti dall'uomo, sono numerosi gli eventi alluvionali, anche catastrofici, che hanno interessato il fondovalle dell'Adige e le sue valli laterali, causando danni anche gravi agli insediamenti umani e la perdita di vite umane. Questo è successo spesso quando gli edifici, le vie di comunicazione, le strutture produttive sono state realizzate troppo vicine ai corsi d'acqua, invadendo le fasce di **pertinenza fluviale**, cioè le aree interessate dalla ricorrente esondazione delle piene.

Se in passato, infatti, gli eventi alluvionali disastrosi erano legati prevalentemente alle normali dinamiche naturali dei corsi d'acqua e al forte diradamento delle foreste che fino a pochi decenni fa interessava tutto il bacino imbrifero dell'Adige, più recentemente essi sono spesso stati favoriti dall'occupazione urbana e produttiva del territorio, all'aumento delle aree impermeabilizzate da edifici e asfalto, al generale restringimento degli alvei e al generale irrigidimento del sistema dei deflussi delle acque da monte a valle.

Le due più grandi alluvioni storiche che hanno interessato il sistema idrografico dell'Adige, provocando danni e lutti rilevanti, sono quelle del 1882 e del 1966.

Nel settembre del 1882, in particolare, l'Adige era già in gran parte deviato nel nuovo alveo ristretto, rettificato (e accorciato) a seguito delle grandi opere di rettifica condotte nei decenni precedenti: a seguito di piogge intense e ininterrotte tra il 16 e il 20 settembre il fiume ruppe gli argini in 9 punti tra Bolzano e la bassa atesina, ritornando a scorrere nel *vecchio alveo* in parte ancora presente e non bonificato; inoltre allagò Trento, esondando anche nell'alta Vallagarina e, più a valle, in corrispondenza della città di Verona e nel Polesine. Nel distretto di Rovereto i danni furono ingenti: 2.870 metri di argini rotti, 3 serre di contenimento danneggiate, 9 edifici distrutti, 10 ponti danneggiati, 1.068 m di strade compromesse.

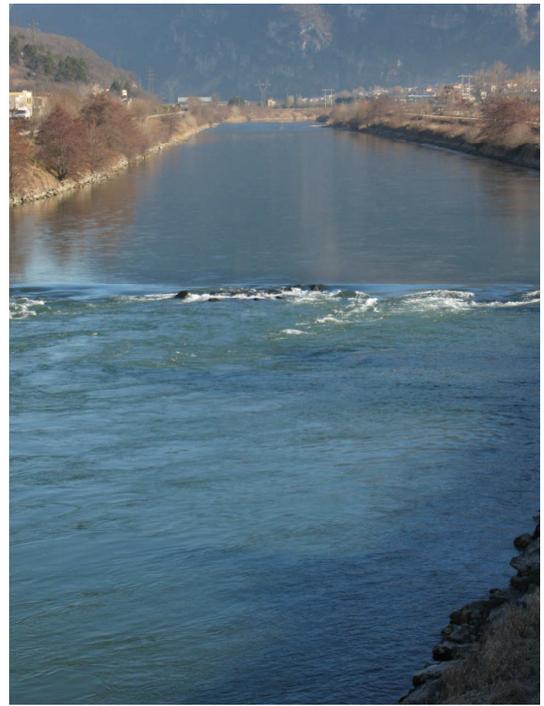
Nel **1966** il fiume era ormai definitivamente costretto tra le sue arginature artificiali, molti ponti lo attraversavano e il territorio di fondovalle era stato ulteriormente urbanizzato. L'Autostrada del Brennero era in avanzata fase di realizzazione e andava a costituire un ulteriore elemento di irrigidimento intorno al fiume. Fu in queste condizioni che, all'inizio di novembre di quell'anno, alle grandi piogge dei mesi di settembre e ottobre si sommò l'effetto di una perturbazione che oltre a scaricare nuove precipitazioni piovose sull'intero territorio dell'alto e medio bacino dell'Adige provocò lo scioglimento fino in quota della neve caduta abbondante sulle montagne nei mesi prima a causa di un anomalo incremento della temperatura. L'effetto fu devastante sia sui principali affluenti, sia sullo stesso Fiume Adige che, anziché allagare solo terreni agricoli e incolti, inondò anche aree urbane e industriali, strade e ferrovie. L'*alluvione della città di Trento*, la più grave della sua storia, non fu sufficiente ad evitare che il fiume uscisse dagli argini anche più a valle, nell'alta Vallagarina, mentre solo a valle di Mori furono evitati danni ulteriori grazie all'entrata in funzione di una grande opera di difesa idraulica ultimata pochi anni prima, la galleria Adige-Garda.



Nel novembre del 1966 l'esondazione dell'Adige provocò la più disastrosa alluvione della storia del fiume tra la Val Venosta e l'alta Vallagarina.

11. La grande rettifica atesina

Tra le opere per la **regolazione idraulica** e la **regimazione** dell'Adige una merita particolare attenzione per la sua imponenza e per le conseguenze che ha prodotto sull'ambiente acquatico: la **grande rettifica** dell'alveo che ha interessato il fiume a partire dagli anni '20 per essere completata nella seconda metà dell'Ottocento. Fin dall'inizio del secolo l'intensificarsi dei traffici commerciali tra l'area germanica e la penisola italiana aveva suggerito la messa in sicurezza di molti passaggi critici sia delle vie stradali, sia della via navigabile fluviale, che era molto utilizzata per il trasporto delle merci. In particolare, l'Impero Austroungarico aveva un grande interesse a incrementare e velocizzare gli **scambi di merci e di persone** tra le sedi centrali e il Lombardo-Veneto, che era entrato tra i suoi domini nel 1814. Fu il progetto asburgico di una ferrovia transalpina attraverso il Passo del Brennero, destinata a collegare Innsbruck con Verona, a determinare la **radicale modifica** dell'alveo del fiume tra Bolzano e l'alta Vallagarina. Oltre alla contemporanea esigenza di ridurre le aree interessate dalle ricorrenti inondazioni naturali dell'Adige, infatti, fu il grande progetto della "Brennerbahn" (**Ferrovia del Brennero**), elaborato dal celebre ingegnere trentino Luigi Negrelli, a determinare la drastica riduzione delle sinuosità del fiume, con il fine di evitare la costruzione di molti ponti. Se i primi **drizzagni** (cioè i tagli rettilinei dei meandri del fiume) furono realizzati nel Tirolo meridionale già negli anni '20 e '30 dell'Ottocento, fu intorno al 1850 che i lavori si intensificarono. Gli ultimi dodici tagli furono realizzati tra il 1879 e il 1885,



Tratto rettilineo dell'alveo "nuovo" dell'Adige, rettificato e rigidamente arginato nei pressi di Calliano.

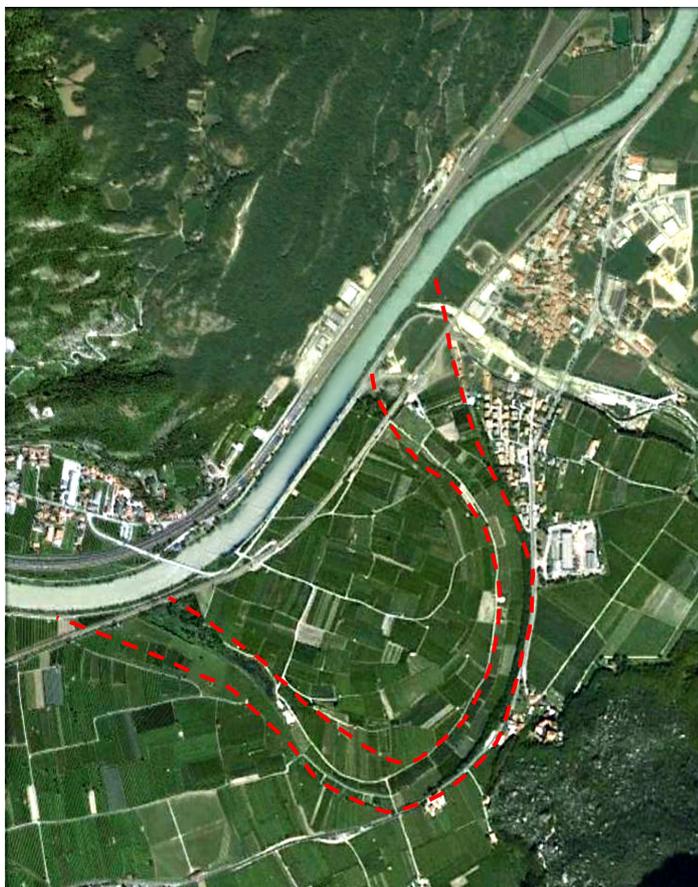


Un'ampia curva artificiale del fiume tra Volano e Nomi, dove l'originario meandro del fiume è stato tagliato, come ci ricorda il toponimo Taio di Nomi.



Planimetria del progetto di uno degli ultimi "drizzagni" realizzati tra Bolzano e Mori: è evidente come il fiume, dopo la rettifica, risulti più stretto e anche più breve, a causa della riduzione della sua sinuosità (Egna - Bassa Atesina).

portando alla **generalizzata rettifica del fiume** e al suo incanalamento in un alveo molto più stretto di quello naturale, artificialmente **arginato** e anche molto più breve. Con il taglio di gran parte delle sinuosità naturali, infatti, la lunghezza dell'alveo fu ridotta a circa la metà e la sua superficie a meno di 1/3 di quella originaria. Nella Vallagarina e anche nell'alto tratto veronese, per ragioni prevalentemente legate alla minore divagazione del fiume nel solco vallivo, l'opera di rettifica fu meno intensa, sicché, paradossalmente, oggi il fiume è più **sinuoso** nel tratto a valle di Mori rispetto a quello a monte.



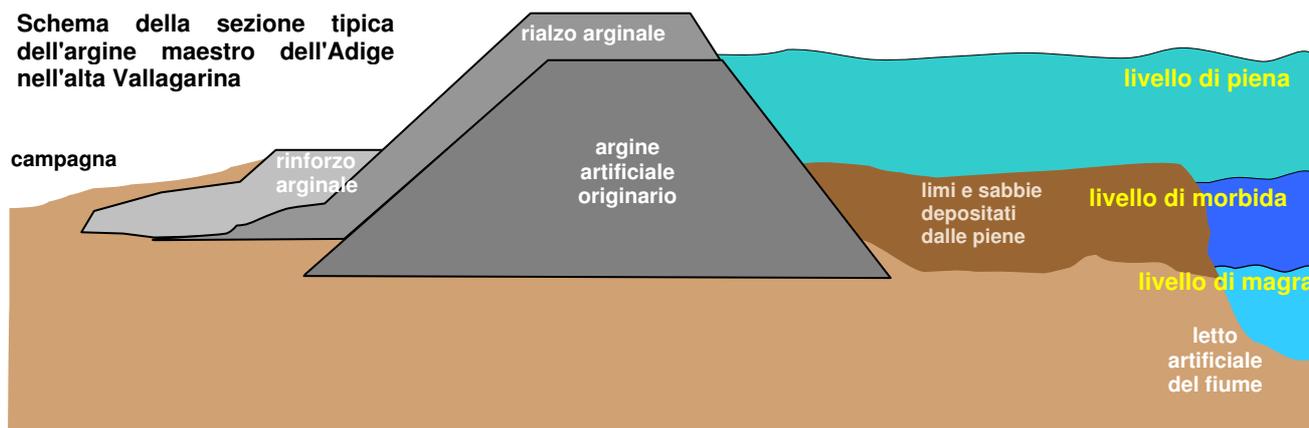
Veduta dall'alto del Taio di Nomi, un antico meandro del Fiume Adige tagliato artificialmente dal nuovo alveo rettilineo che oggi osserviamo tra Calliano e Nomi.

La traccia dell'**antico percorso fluviale**, tuttavia, è ancora riconoscibile in diversi tratti della Val d'Adige e dell'alta Vallagarina: i meandri abbandonati dal fiume, infatti, furono progressivamente colmati e sfruttati come **terreni agricoli**, ma l'andamento planimetrico delle campagne visto dall'alto ci permette ancora di riconoscere l'antico alveo. Un caso ben evidente è quello del Taio di Nomi, il cui toponimo deriva proprio dall'opera di taglio ("taio" in dialetto locale) del meandro, che ebbe luogo intorno al 1855. Oggi quel vecchio tratto d'alveo, avendo conservato una zona umida alimentata dalla falda del fiume, costituisce un ambiente ormai raro in tutto il fondovalle atesino e per questo è stato sottoposto ad interventi di ripristino ambientale ed è tutelato come riserva naturale provinciale.

Il fiume tra Besenello e Mori appare oggi come un alveo a tratti rettilinei, raccordati da ampie semicurve, con arginature pressoché continue che emergono dal livello della campagna con

altezze prossime ai tre metri. In questo modo il letto del fiume risulta incassato e più profondo del piano della campagna solo quando il fiume è in **magra** o in moderata **morbida**, ma l'acqua supera abbondantemente il livello dei campi quando il fiume è in **piena**; per questo si dice che l'alveo nuovo del fiume è **pensile**.

Schema della sezione tipica dell'argine maestro dell'Adige nell'alta Vallagarina



12. La sistemazione idraulico-forestale del territorio

Il fiume, come abbiamo visto, è un **fenomeno dinamico**. Il suo letto non è sempre uguale e tende a divagare, soprattutto quando la portata aumenta a seguito di intense precipitazioni, erodendo, trasportando e depositando grandi quantità di materiali. I torrenti montani hanno un alveo tendenzialmente rettilineo e molto pendente, per cui l'erosione si esercita soprattutto verso il basso, provocando **frane** sui versanti, con conseguenti ondate di detriti misti ad acqua che sono note come **colate detritiche**. Il fiume pedemontano, invece, cerca la sua strada verso valle sfruttando un fondovalle ampio, **esondando** tra molti sedimenti già depositati in precedenza, lungo un percorso che, nelle condizioni naturali, è prevalentemente sinuoso.

Nelle ere preistoriche l'Uomo si difendeva dalle acque prevalentemente ritirandosi in luoghi distanti o comunque non soggetti ai rischi idraulici. Con il progredire della storia, tuttavia, e soprattutto con il progressivo estendersi degli insediamenti residenziali e produttivi (agricoli, poi zootecnici e quindi industriali) e delle vie stabili di comunicazione, l'esigenza di **difendere il territorio dalle acque** si fece via via più pressante.

Inizialmente gli interventi e le opere di difesa idraulica, che servivano a contrastare i rischi di frane, alluvioni, esondazioni, erosioni furono sporadici, limitati e soprattutto puntiformi: brevi **arginature localizzate** per difendere un edificio dall'erosione di un corso d'acqua, brevi **canalizzazioni** per far defluire le acque dai terreni allagati etc.

Con il progredire della tecnica e con il progressivo incremento dello sfruttamento della forza motrice dell'acqua vennero realizzate sempre più frequentemente opere che non tutelavano semplicemente un edificio o un appezzamento di terreno, ma piuttosto insediamenti più estesi, spesso di valenza comunitaria. Alcune di queste, tuttora riconoscibili in alcuni punti critici del reticolo idrografico, hanno un'importante valenza ingegneristica, prima fra tutte la grande **serra** di Ponte Alto, costruita nel 1537 per volontà del Principe Vescovo Bernardo da Cles per proteggere la città di Trento dalle piene del Torrente Fersina. Un analogo significato hanno anche le serre costruite più tardi nella forra del Torrente Leno, poco a monte della città di Rovereto: servono a **contenere il trasporto solido** del torrente nelle fasi più intense di piena, evitando che massi, ciottoli e ghiaia vengano trasportati in gran quantità dall'acqua provocando esondazioni e **alluvioni** nei popolosi insediamenti presenti a valle.

Dopo di allora e soprattutto nell'Ottocento, tuttavia, nel Tirolo meridionale e nel Tirolo italiano, così come nel resto dei territori asburgici, iniziò un'opera più diffusa di **regolazione idraulica** dei corsi d'acqua. Oltre alla grande rettifica dell'Adige tra Merano e Mori, furono avviati numerosi lavori di arginatura in corrispondenza dei centri abitati, mentre le **opere trasversali**, come **briglie di ritenuta** in legname o in massi venivano realizzate sempre più frequentemente nei tratti più critici dei bacini montani. Sulla scorta delle esperienze già condotte in Francia e in Svizzera, si incominciò a dare grande importanza anche alla **riforestazione dei versanti montuosi** che



Serra in pietra e cemento sul Torrente Leno di Vallarsa, nella forra di San Colombano.



L'alveo del Leno a Rovereto è caratterizzato dalla presenza di alti argini in muratura e di briglie di ritenuta costruiti nel tempo a protezione della città.



Cunettone sul Torrente Aviana.



Briglia filtrante costruita sul Torrente Leno di Terragnolo per trattenere i materiali grossolani (massi, tronchi e altro) durante le piene.



L'imbocco della galleria Adige-Garda a Mori.

erano in larga parte stati spogliati a causa del sovra sfruttamento per la produzione del legname e non garantivano più un naturale e progressivo deflusso dell'acqua piovana e di scioglimento delle nevi. L'opera di **sistemazione idraulico-forestale** del territorio montano e di fondovalle divenne sistematica dopo la terribile alluvione del 1882, anche attraverso la formazione di uffici speciali come l'*Imperial Regia Sezione per le Sistemazioni Montane*. Nei decenni seguenti fu dato il via ad una lunga serie di opere distribuite sul territorio tramite l'Ufficio tecnico-forestale per la sistemazione dei torrenti fondato nel 1905 dall'ispettore forestale ingegner Giuseppe Morandi di Rovereto.

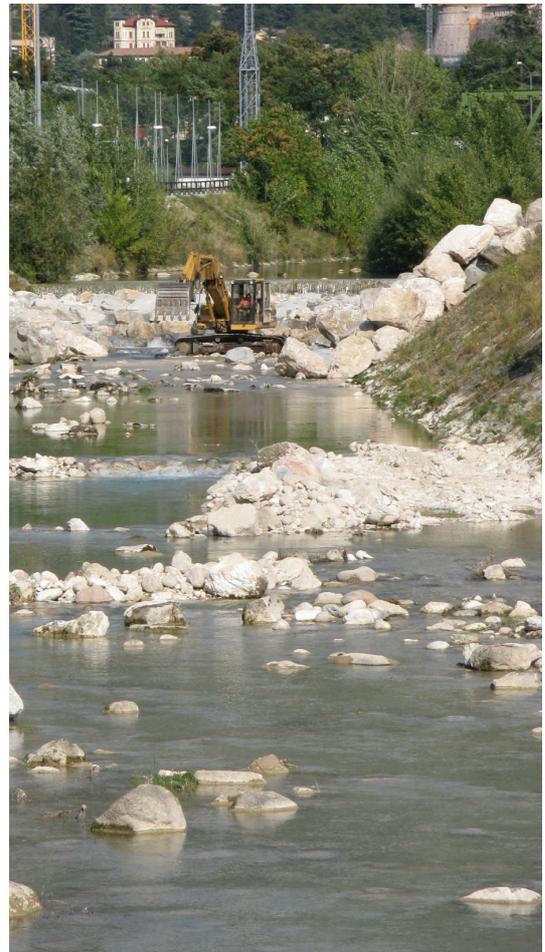
Il **consolidamento degli alvei** realizzato in quegli anni, unitamente a molti interventi di **rialzo degli argini dell'Adige** tra Bolzano e Mori, ridusse i rischi connessi con le alluvioni e le frane, ma non fu sufficiente a scongiurare la grande alluvione del 1966, una delle più gravi che abbia colpito il territorio trentino nella sua storia. In quell'occasione, tuttavia, la Vallagarina a valle di Mori, così come il Veronese, subirono danni limitati: da alcuni anni, infatti, era entrata in funzione un'altra grande opera, la **galleria Adige-Garda**, capace di trasferire un parte consistente delle portate di piena dell'Adige verso il Lago di Garda. Si tratta di uno **scolmatore delle piene** dell'Adige lungo quasi 10 km, con imbocco poco a monte di Mori e sbocco presso Torbole sul Garda, circa 100 m di quota più in basso. Iniziata nel 1939, la sua costruzione fu conclusa solo nel 1958 a causa dell'interruzione dei lavori durante la seconda guerra mondiale. La sua realizzazione comportò anche dei significativi danni ambientali, come il **prosciugamento del Lago di Loppio**, per il quale è oggi in progetto un ambizioso ma difficile progetto di ripristino. La galleria, che ha una portata massima di $500 \text{ m}^3/\text{s}$, è stata messa in funzione fino ad oggi 10 volte, tra cui, appunto, in occasione dell'alluvione del 1966 quando quasi $500 \text{ m}^3/\text{s}$ per furono deviati nel Garda facendone alzare il livello di 18 cm. Dopo il 1966 furono pianificati numerosi interventi diffusi sul territorio attraverso il cosiddetto **Piano De Marchi**, che, spesso inseguendo un uso sempre più intensivo del territorio, è stato progressivamente attuato nei decenni scorsi attraverso il risanamento e la costruzione di centinaia di singole opere quali **briglie di ritenuta, briglie filtranti, soglie, cunettoni, piazze di deposito, arginature in muratura, scogliere cementate e a secco, opere di contenimento delle frane** etc.

13. Una difesa idraulica ecocompatibile

Il **contenimento dei corsi d'acqua** soprattutto nelle fasi più critiche di piena è un fondamentale presidio per la tutela delle popolazioni delle vallate alpine e degli insediamenti residenziali e produttivi, nonché delle vie di comunicazione. L'intervento diretto sugli alvei dei torrenti e dei fiumi o del territorio immediatamente circostante, d'altra parte, comporta spesso conseguenze di carattere ambientale che possono ridurre o addirittura compromettere le caratteristiche degli ambienti acquatici, degli ecosistemi e dei popolamenti animali e vegetali. La costruzione di un grande sbarramento lungo il fiume, ad esempio, ne rompe la naturale **continuità**, impedendo a molti organismi acquatici, tra cui i pesci, di **risalire la corrente** come è nella loro natura. Il restringimento artificiale di un alveo, il suo incanalamento, la sua **semplificazione** attraverso la rimozione dei massi in alveo e della vegetazione riparia - è un altro caso - lo rende in generale molto **meno ospitale** per gli organismi acquatici, provocando anche deleterie **conseguenze sulla qualità dell'acqua**. Per questi motivi, dove è possibile, la sistemazione idraulica dei corsi d'acqua da tempo si confronta con l'esigenza di non snaturare con i suoi interventi gli ambienti acquatici su cui interviene. Da decenni discipline come l'**ingegneria naturalistica** cercano il modo di rendere la messa in sicurezza degli alvei e delle sponde compatibile con la conservazione ecologica degli ambienti acquatici. La maggiore attenzione verso la **conservazione ecologica** dei corsi d'acqua ha portato a intraprendere anche interventi di riqualificazione fluviale, così da migliorare situazioni di degrado e ripristinare le condizioni minime per il funzionamento ecologico del fiume o del torrente, nella consapevolezza che l'alveo non è solo un canale in cui l'acqua deve poter defluire senza creare danno, ma è un vero e proprio **ecosistema**. In quest'ottica sono stati spesso avviati interventi di **ristrutturazione delle opere** di



Soglie in massi sul T. Leno di Terragnolo: la loro funzione è quella di consolidare il letto del torrente ed impedirne l'erosione; al contrario delle briglie, le soglie sono meno invasive, più compatibili con il paesaggio naturale e non creano ostacoli alla risalita dei pesci.



Nel recente intervento di consolidamento delle briglie esistenti sul basso corso del T. Leno è stata tenuta presente anche l'esigenza di ripristinare la possibilità di risalita delle trote dall'Adige verso i siti di riproduzione lungo l'alveo del torrente: a valle di ogni briglia sono state costruite rampe in massi che permettono ai pesci di superare gradualmente quelli che prima erano salti invalicabili .



sistemazione idraulica precedentemente realizzate, curandone, oltre alla funzionalità idraulica, anche l'inserimento paesaggistico e la compatibilità ecologica.

Un recente esempio è costituito dal *consolidamento delle briglie esistenti sul basso corso del Torrente Leno*, a valle del centro abitato di Rovereto e fino alla confluenza con il Fiume Adige. In questo caso, caratterizzato dall'intensa urbanizzazione del territorio circostante, il letto del torrente risulta pesantemente artificializzato per la presenza di muri d'argine a difesa dell'abitato. Una lunga serie di briglie in pietra e calcestruzzo, inoltre, lo trasformava fino al recente passato in una sorta di scalinata che, finalizzata ad evitare l'erosione del fondale, impediva però la risalita dei pesci. Questo aspetto è particolarmente rilevante, perché il basso Leno rappresenta un importante sito di nidificazione della *Trota marmorata*, un pregiato pesce della famiglia dei Salmonidi che popola l'Adige e i suoi principali affluenti.

La migrazione riproduttiva delle trote, in questo caso, risultava in larga parte impedita dalla presenza di questi ostacoli trasversali insuperabili anche per dei buoni saltatori come i salmonidi. Per questo, vista la necessità di intervenire per consolidare le briglie e renderle più sicure ed efficaci, il Servizio Bacini Montani della Provincia di Trento ha progettato e realizzato un intervento che riducesse anche il problema ambientale dell'ostacolo alla risalita dei pesci. La realizzazione di **rampe in massi**, con soglie costruite con grosse pietre che formano piccoli **bacini successivi** collegati tra loro da modeste cascatelle, permette oggi alle trote di **superare gradualmente l'ostacolo** raggiungendo le zone di riproduzione che si trovano più a monte. Quest'opera dà una piccola dimostrazione di come la sicurezza idraulica dei torrenti e la loro conservazione faunistica ed ecologica possono essere conciliate con ottimi risultati.



La rampa in massi realizzata su una delle briglie del basso Leno: numerose pozze successive permettono di superare gradualmente il dislivello costituito dalla briglia esistente a monte.

L'Adige e le Acque Lagarine

progetto didattico triennale per le scuole secondarie di primo grado della Vallagarina