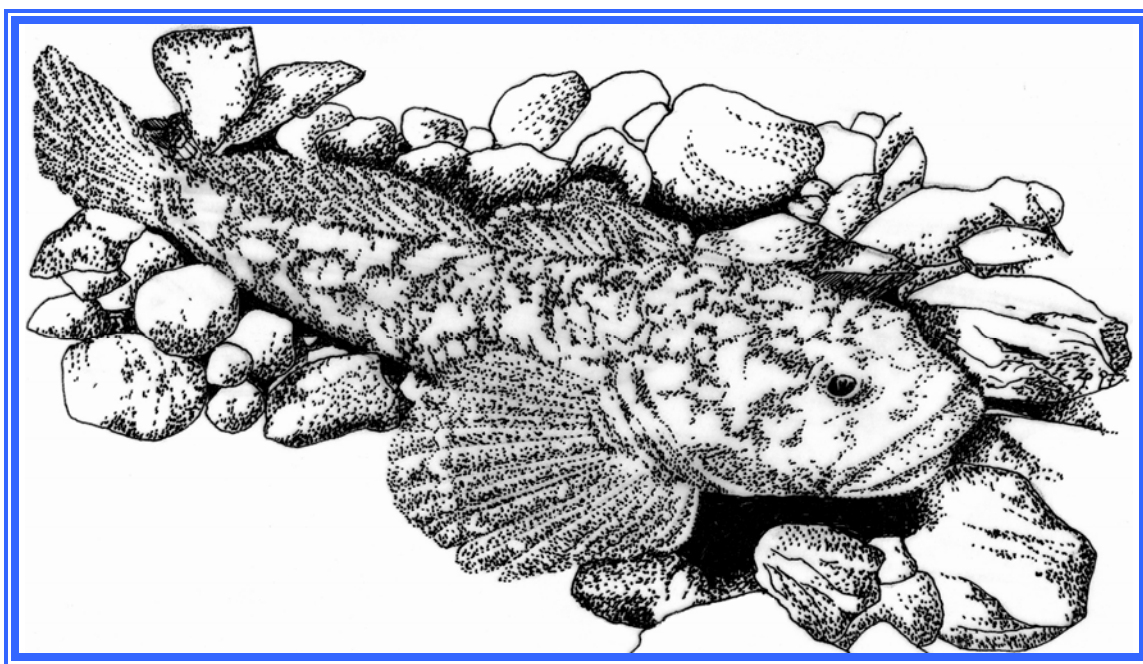




CREST

Centro Ricerche
in Ecologia e
Scienze del Territorio

DISTRIBUZIONE DELLA FAUNA ITTICA D'ACQUA DOLCE NEL TERRITORIO ITALIANO



DISTRIBUZIONE DELLA FAUNA ITTICA D'ACQUA DOLCE NEL TERRITORIO ITALIANO

1 - INTRODUZIONE	pag. 1
2 - ELEMENTI GEOLOGICI (Alpi e Appennini)	pag. 4
3 - CONSEGUENZE DELLE GLACIAZIONI QUATERNARIE	pag. 9
4 - ELEMENTI MORFOMETRICI	pag. 19
5 - ELEMENTI PLUVIOMETRICI ED IDROLOGICI	pag. 28
6 - AREE FISIOGEOGRAFICHE OMOGENEE	pag. 35
7 - LISTE DELLE SPECIE ITTICHE AUTOCTONE E LORO DISTRIBUZIONE IN ITALIA	pag. 43
APPENDICE 1 - ESEMPI DI REGIMI AFFLUSSI/DEFLUSSI	pag. 49
APPENDICE 2 - AREALI NATURALI DELLE DISTRIBUZIONI DELLE SPECIE ITTICHE ITALIANE D'ACQUA DOLCE	pag. 65

A cura di: **Gilberto FORNERIS¹**, **Fabrizio MERATI²**, **Massimo PASCALE³**, **Gian Carlo PEROSINO³** e **Mario TRIBAUDINO⁴**.

1. Dipartimento di Scienze Veterinarie dell'**Università di Torino**.
2. **Studio Idrobiologico** srl - Gaggiano (Milano).
3. **C.R.E.S.T.** - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio snc (Torino).
4. Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'**Università di Parma**.

Torino, aprile 2016

1 - INTRODUZIONE

È ampiamente nota, nelle comunità degli ittiologi, dei pescatori (almeno in parte), dei movimenti ambientalisti e di alcuni altri cittadini in qualche modo informati circa lo stato attuale degli ecosistemi acquatici, la grave situazione dell'ittiofauna autoctona italiana. Sinteticamente le cause principali sono:

- 1a** - alterazione dei regimi idrologici;
- 1b** - sconvolgimento degli alvei fluviali per interventi di sistemazione idraulica;
- 1c** - presenza di barriere che interrompono la continuità biologica longitudinale;
- 1d** - alterazione della qualità fisica-chimica delle acque;
- 2a** - fauna ittica alloctona sempre più invasiva;
- 2b** - modalità di gestione della fauna ittica per scopi alieutici.

L'elenco delle cause di alterazione sopra riportato è diviso in due gruppi, distinguibili per gravità e per competenze dei diversi settori della pubblica amministrazione. Il **gruppo 1 riguarda le alterazioni fisiche-ambientali**. Il **gruppo 2 riguarda le alterazioni biologiche** per conseguenza diretta delle attività di gestione della fauna ittica.

Il gruppo "1" riguarda forme di impatto che, seppure importanti, sono reversibili. In altri termini: "se" venissero rispettate le norme che prevedono il rilascio dei **Deflussi Minimi Vitali (DMV)**; "se" si comprendesse che buona parte degli interventi di sistemazione idraulica (spesso ignorando i moderni sistemi di ingegneria naturalistica), oltre ad incrementare il rischio idrogeologico, comportano uno spreco di risorse pubbliche; "se" le traverse in alveo venissero provviste di efficaci passaggi artificiali per l'ittiofauna; "se" si ponesse maggiore attenzione agli scarichi di inquinanti, "se".... si conseguirebbero tutti gli obiettivi di qualità degli ecosistemi acquatici e molto probabilmente migliorerebbe lo stato dell'ittiofauna.

Sono troppi "se" e forse hanno ragione i "pessimisti" che, sulla base di decenni di delusioni, considerano quell'insieme di "se" una sorta di libro dei sogni. Invece è necessario continuare a sperare, se non altro per dare senso alle tante attività (ricerca, divulgazione, pesca,...) legate al mondo degli ecosistemi acquatici e dell'itticoltura.

Più importanti e forse ancora più pericolose sono le cause di alterazione del gruppo "2" inerenti **la pericolosità della presenza di specie alloctone**. È una forma di alterazione ancora più grave di quelle citate nel gruppo 1 (*alterazione fisiche-ambientali*). Infatti si è avuto modo di ricordare che i prosciugamenti degli alvei, i lavori in alveo, l'assenza di passaggi per pesci,... sono impatti gravi ed anche gravissimi, ma "**reversibili**".

Si riconosce che sarebbe necessaria una dose di ottimismo al limite dell'ingenuità per ipotizzare la totale cessazione di tali forme di alterazioni o anche solo essere limitate e controllate in tempo brevi, ma non si può non ammettere la loro, seppure teorica, "**reversibilità**". Invece la presenza e la diffusione dei pesci alieni costituisce, quasi certamente, un processo "**irreversibile**", senza possibilità di porre rimedio e quindi particolarmente grave e pericolosa e ciò che più colpisce è l'incremento delle nuove specie che continuano ad essere introdotte.

Il problema è ampiamente riconosciuto, in Italia e soprattutto dagli organismi internazionali. Infatti merita ricordare il seguente quadro normativo di riferimento.

- **Convenzione di Washington** (1973; ratificata in Italia con L.N. 874/1975); si raccomandano forme di cooperazione tra Stati su possibili strategie per prevenire gli impatti sulla biodiversità derivanti dall'introduzione delle specie inserite negli allegati CITES (*Convention on International Trade of Endangered Species*).
- **Convenzione di Berna** (1979; ratificata dall'Italia con L.N. 503/1981); impegna gli Stati a favorire la reintroduzione di specie indigene; il Comitato Permanente di Berna ha approvato diverse raccomandazioni per impedire l'introduzione in natura di specie alloctone ed eradicare, quando possibile, i vertebrati alloctoni che minacciano la diversità biologica dell'Europa.

- **Convenzione di Bonn** (1979; ratificata dall'Italia con L.N. 42/1983); impone agli Stati membri di esercitare un rigido controllo sull'introduzione di specie esotiche e di monitorare, limitare o eliminare quelle già introdotte.
- **Convenzione della diversità biologica** (1992; ratificata dall'Italia con L.N. 124/1994); impegna le parti contraenti a vietare l'introduzione di specie alloctone, a controllarle o eradicarle.
- **Strategia europea sulle specie alloctone invasive** (adottata dal Comitato Permanente di Berna il 4/12/2003); promuove lo sviluppo e l'applicazione di misure per ridurre gli impatti delle specie alloctone sulla biodiversità dell'Europa, definendo azioni di prevenzione, eradicazione e controllo.
- **Codice di condotta della pesca responsabile** (adottato dalla FAO il 31/10/1995); raccomanda che tutte le attività legate alla pesca siano condotte in modo da ridurre gli impatti sull'ambiente, l'adozione di procedure per l'acquacoltura finalizzate a ridurre gli impatti sulla biodiversità e lo sviluppo di colture delle specie in via di estinzione.
- **Direttive Comunitarie** ed in particolare la “*Direttiva Uccelli*” (79/409/CE), la “*Direttiva Habitat*” (92/43/CE), le “*Misure di protezione da organismi nocivi ai vegetali*” (2000/29/CE), il “*Regolamento CITES*” (97/338/CE).
- **Altre Leggi Nazionali.** Oltre a quelle citate di ratifica delle convenzioni internazionali valgono la L.N. 157/1992 (*Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio*) e i Decreti del Presidente della Repubblica 357/1997¹ e 120/2003².

Nella premessa del “*Regolamento (UE) 1143/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22/10/2014*”³ si afferma che “...dal momento in cui una specie esotica invasiva è introdotta, è fondamentale disporre di misure di rilevamento precoce e di eradicazione rapida per impedirne l'insediamento e la diffusione. La risposta più efficace ed efficiente in termini di costi spesso consiste nell'eradicare la popolazione il più presto possibile, quando il numero di esemplari è ancora limitato. Se l'eradicazione non è fattibile o se i suoi costi non compensano nel lungo periodo i vantaggi ambientali, sociali ed economici, si dovrebbero applicare misure di contenimento e di controllo. Le misure di gestione dovrebbero essere proporzionate all'impatto sull'ambiente e tenere debitamente conto delle condizioni biogeografiche e climatiche dello Stato membro interessato”.

In altri termini si riconoscono come molto grave la presenza di specie alloctone e la necessità delle relative eradicazioni, ma al contempo si riconoscono anche, in diversi casi, le difficoltà di attuazione delle eradicazioni stesse. Talora sono impossibili da attuare (es. il coregone nel Lago Maggiore, ma occorre evitare l'immissione in altri laghi ove è ancora assente), oppure molto difficili o comunque difficili ed eccessivamente costosi rispetto alle problematiche innescate dalla presenza di tali specie (es. salmerini nei laghi alpini, ma anche in questo caso cessando le immissioni in altri ambienti).

Il succitato Regolamento, quando l'eradicazione è impossibile o eccessivamente onerosa rispetto agli obiettivi anche di tutela della biodiversità, raccomanda almeno l'attuazione di attività di contenimento, cioè di limitazione dell'eventuale ulteriore espansione degli areali delle specie esotiche (es. ulteriore diffusione del siluro).

Merita sottolineare che il Regolamento (UE) 1143/2014 prevede anche deroghe in funzione di esigenze economiche/produttive/sociali, ma a condizioni particolari. Esso inoltre fa riferimento alle specie considerate esotiche rispetto al continente europeo (extra-comunitarie), ma i principi sopra esposti rimangono comunque validi, anche perché, all'art. 12 si afferma che “...Ciascuno Stato membro può istituire un elenco nazionale delle specie esotiche invasive di rilevanza nazionale. A tali specie esotiche invasive gli Stati membri possono applicare, se del caso e nel loro territorio, misure come quelle previste...” dallo stesso Regolamento per l'Europa.

¹ Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.

² Regolamento recante modifiche ed integrazioni al DPR 357/97, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.

³ È importante, in quanto attuativo delle Direttive 2000/60/CE, 2009/147/CE, 92/43/CEE succitate e 2008/56/CE (del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 17 giugno 2008, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino).

Occorre inoltre ricordare la *Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque*. Nell'Allegato V sono riportate le definizioni generali degli stati di qualità dei diversi EQB (Elementi di Qualità Biologica) per fiumi, laghi, acque di transizione e acque costiere. Per quanto attiene l'EQB "pesci" gli stati "buono" o "elevato" vengono attribuiti a comunità ittiche caratterizzate da scarse o nulle (o quasi) alterazioni di origine antropica rispetto alle comunità di riferimento, cioè quelle costituite da insiemi delle specie autoctone attese per ogni tipologia ambientale e con rispettive popolazioni in buone/ottime condizioni biologiche.

Le specie alloctone contribuiscono ad alterare la composizione della comunità ittica; la loro presenza condiziona negativamente la valutazione di stato dell'elemento di qualità biologica (EQB) "pesci" rendendo più difficile il conseguimento degli obiettivi di qualità previsti dalla succitata Direttiva, recepita in Italia con il Decreto Legislativo 152/2006 (*Norme in materia ambientale*).

Con un tale quadro normativo dovrebbe risultare ben evidente l'impegno e la coerenza di tutti i soggetti che, a vario titolo, si occupano di gestione e di tutela della fauna ittica: competenti settori della pubblica amministrazione, pescatori dilettanti e professionisti e loro associazioni, ittiocoltori,... e gli ittiologi (professionisti o facenti parte della comunità scientifica) che dovrebbero essere i tecnici impegnati a fornire tutte le necessarie informazioni e consulenze inerenti le azioni per conseguire gli obiettivi inequivocabilmente previsti dalla normativa succitata.

Quanto sopra affermato condiziona l'azione di governo delle acque e della fauna da parte di qualunque ente pubblico amministrativo ai quali spetta il compito di regolare e pianificare le attività gestionali anche in una materia, solo apparentemente semplice, come quella relativa alla fauna ittica.

Rispetto ai temi sopra esposti rimane una questione che si pone chiaramente a monte: *quali sono le specie autoctone da tutelare e quindi quali alloctone da eradicare o almeno da contenere?* Sembrerebbe un quesito reso inutile da un'ampia letteratura scientifica in questo settore, ma non è del tutto vero ed i problemi emergono nelle situazioni concrete di governo del territorio.

La gestione della fauna ittica non può più essere condotta con l'approssimazione dei decenni passati. Oggi abbiamo complessivamente più gravi ed importanti responsabilità rispetto ad un patrimonio naturale che appartiene a "tutta" la collettività. Ma quando arriva il momento delle scelte è necessario sgombrare il campo dalle ambiguità e la corretta risposta al quesito sopra proposto è fondamentale. La risposta è di competenza dello Stato, ma se questa non è disponibile, risulta una sorta di vuoto legislativo, che inevitabilmente mette in difficoltà le amministrazioni che istituzionalmente si occupano di tale materia.

Il presente rapporto propone di suddividere il territorio italiano in settori (o distretti o aree omogenee) sulla base dell'esame di una serie di elementi fisiogeografici, individuando, per ciascuno di essi, specifiche liste delle specie ittiche autoctone.

Questo rapporto rappresenta un contributo offerto a tutta la comunità scientifica, ai pescatori, ai cittadini,... ma soprattutto al competente Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare affinché vengano finalmente predisposti gli elenchi ufficiali delle specie ittiche autoctone delle acque interne delle diverse porzioni del territorio italiano. Ne abbiamo veramente bisogno.

2 - ELEMENTI GEOLOGICI (Alpi e Appennini)

Il territorio italiano, nonostante la limitata estensione, è molto complesso dal punto di vista geologico, con la coesistenza di rocce differenti ed una notevole variabilità locale. Non esistono rocce precedenti al cambriano e quelle sedimentarie, nella quasi totalità, risalgono alle due ere geologiche del mesozoico e del cenozoico, cioè più antiche di 250 milioni di anni, contro una storia geologica della Terra che è testimoniata da rocce databili oltre 4.000 milioni di anni.

La penisola italiana è un'area giovane, coinvolta in processi geologici ancora attivi, come testimoniato dai fenomeni vulcanici e sismici attuali. Il risultato è un territorio molto frammentato, dove fenomeni a grande scala hanno lasciato tracce disgiunte in un'area di estensione complessiva relativamente piccola.

Rocce che originariamente costituivano un insieme compatto e coerente sono state spostate ed intercalate con altre di origine diversa. In certi casi, oltre ad una disgregazione delle unità preesistenti, risultano importanti modificazioni litologiche. Un esempio è dato dalle rocce marnose (argille calcaree) depositate nei mari del giurassico e del cretaceo in modo omogeneo in una fascia continua di qualche centinaia di chilometri, dove ora c'è l'Italia Nord-occidentale.

Le stesse rocce ora si presentano in modo diverso nelle Alpi occidentali e nell'Appennino ligure: nelle Alpi si presentano come calcescisti (rocce scistose, massicce, formati da cristalli di grana media), mentre nell'Appennino affiorano come rocce argillose, a grana molto fine.

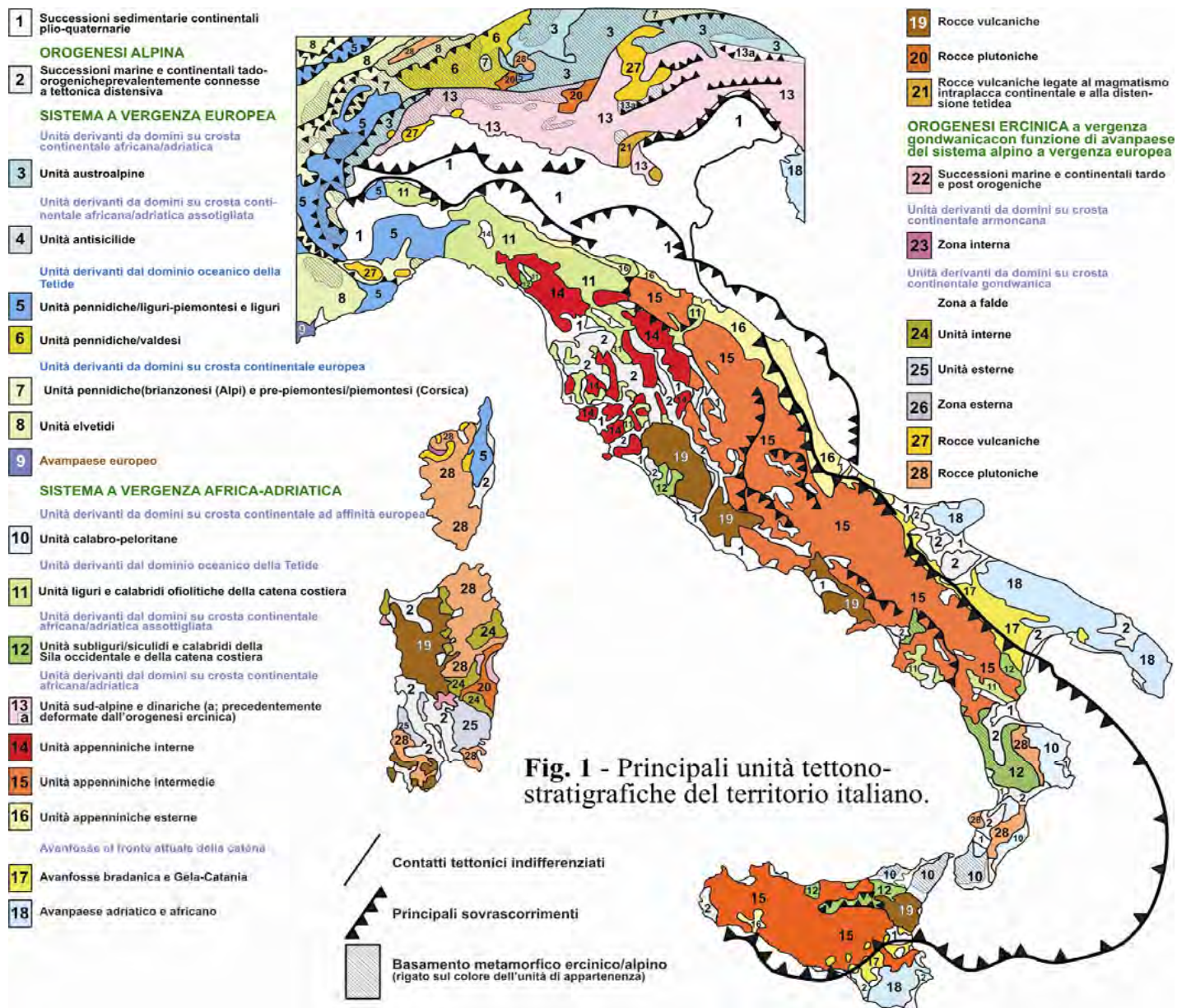
Il tratto principale che condiziona il panorama geologico italiano (**fig. 1**) è la collisione, tuttora in atto, tra placche continentali, in cui la penisola italiana ruota verso i Balcani, chiudendo in questo movimento il mare Adriatico, e allargando l'oceano Tirreno.

La direzione di spostamento, il fronte appenninico, presenta una parte orientata verso i Balcani, definita genericamente come avanpaese, in cui si formano accumuli di vari chilometri di formazioni rocciose e quindi un inspessimento. Il retroterra tirrenico risulta invece assottigliato. Questo spiega l'asimmetria morfologica della catena appenninica, con uno spartiacque molto spostato verso l'Adriatico. Il fulcro di questo processo di rotazione è approssimativamente sopra Genova.

Le Alpi occidentali hanno subito fenomeni simili di collisione, che hanno indotto, anche in esse, una forte asimmetria, soprattutto visibile sul versante piemontese; questo è però avvenuto prima che negli Appennini e l'erosione ha portato alla luce porzioni più profonde della crosta terrestre, costituite da rocce massicce, meno erodibili di quelle presenti nell'Appennino (**fig. 2**). Si tratta di una storia complessa, ricca di episodi importanti, tra i quali, per lo scopo del presente testo, significativo è la crisi di salinità del Mediterraneo con il suo parziale disseccamento (**fig. 3**).

Il quadro complessivo sopra presentato è sicuramente molto schematico, ma sufficiente come breve guida al commento dello schema geologico d'Italia. Tale schema differenzia in base alle litologie presenti (rocce metamorfiche, intrusive, vulcaniche e sedimentarie) e per le rocce sedimentarie in base alla loro età. In sintesi si osserva quanto segue.

- **Rocce metamorfiche e intrusive.** Costituiscono il basamento cristallino affiorante (quello non affiorante è sepolto da sedimenti fino a 10 km di profondità). Sono presenti in grande estensione nelle Alpi occidentali fino alla pianura e nella parte settentrionale delle alpi centro-orientali. Sono rocce silicee, per lo più acide (gneiss, micascisti, graniti), talvolta associate a rocce ultrafemiche, silicacee (serpentiniti), ma con estensioni insufficienti nell'influenzare una zonazione a grande scala. Sono rocce difficilmente erodibili che degradano formando blocchi di grandi dimensioni. Per tale ragione le acque dello scorrimento superficiale sui versanti dei bacini dominati da questi litotipi si intorbidiscono meno facilmente (in occasione di rovesci temporaleschi e/o di piogge prolungate si arricchiscono meno facilmente di carico solido fine e ritornano limpide in tempi brevi dopo i fenomeni di morbida/piena). Le stesse rocce si trovano in Sardegna e fatto importante, con estensioni localmente significative, anche in Toscana, nelle Apuane.



- **Rocce vulcaniche.** Sono localmente presenti, formando però un substrato con caratteri diversi; per esempio ceneri vulcaniche facilmente erodibili, oppure lave impermeabili. In ogni caso, sebbene possano avere un interesse locale, soprattutto nell'areale laziale, non sottendono interi bacini dei corsi d'acqua più importanti (ad eccezione delle aree intorno all'Etna in Sicilia).
- **Rocce sedimentarie.** Costituiscono l'ossatura della penisola italiana e sono le più diffuse sul territorio. È importante distinguere le rocce detritiche silicee da quelle carbonatiche (calcari e dolomie), detritiche o massicce. Le rocce carbonatiche sono più diffuse nel mesozoico, quelle detritiche silicee nel cenozoico, ma non è una regola: nell'Appennino toso-emiliano le rocce mesozoiche sono per lo più detritiche ed in genere facilmente erodibili, con frequenti fenomeni franosi, mentre sul versante settentrionale della pianura padana troviamo rocce carbonatiche, basiche e con erosione per carsismo, altrimenti poco erodibili. Un'altra distinzione importante tra le rocce appenniniche è data dalla linea tettonica Anzio-Ancona, segnata come una linea di faglia con partenza a monte di Ancona. È un importante lineamento tettonico che separa l'Appennino meridionale da quello settentrionale. Nell'Appennino meridionale le rocce sono per lo più carbonatiche, detritiche o di scogliera e in prevalenza cenozoiche.

Le rocce appenniniche sono quasi tutte al di qua del fronte di ricoprimento appenninico, che indica il punto a cui si è spinta la deformazione dei sedimenti appenninici. Unica eccezione importante è la Puglia, ed in particolare l'area delle Murge, che costituisce un blocco di rocce calcaree deformate, l'unico vero altipiano presente in Italia.

Occorre considerare a parte la pianura padana; essa costituisce la principale area pianeggiante, con estensione tale da influenzare significativamente le caratteristiche dei corsi d'acqua che vi scorrono. È un'area di deposito, salvo fenomeni erosivi innestati da azioni di cava o di regimazione da parte dell'uomo. Il substrato è costituito da rocce sedimentarie, essenzialmente limi e argille di deposito di piena o di palude e conglomerati con matrice fine. Sono substrati dilavabili dalle acque piovane, ma l'azione diretta di erosione del fiume è molto occasionale.

Dall'analisi dell'interazione tra substrato geologico, la morfologia del territorio che ne risulta ed i caratteri idrologici/idraulici dei corsi d'acqua che si impostano su di esso, si possono quindi distinguere diverse porzioni areali della penisola italiana nel seguito descritte.

- Le Alpi occidentali fino allo sbocco della pianura, con fiumi di limitata torbidità, ma con forte carico solido in occasione delle piene ed evidenti fenomeni di sovraerosione di depositi glaciali che scorrono su substrato acido. L'asimmetria della catena alpina porta a corsi d'acqua con un profilo marcatamente erosivo e con piene potenzialmente devastanti.
- Nell'areale alpino si ha una transizione verso Est con evidente incremento delle rocce carbonatiche, corsi d'acqua ancora a bassa torbidità, ma substrato basico (soprattutto Alpi orientali). A monte della Valtellina, la situazione è analoga a quella delle alpi occidentali. Dal punto di vista geomorfologico la catena centrale ed orientale è molto più estesa sul versante italiano rispetto a quanto accade nelle alpi occidentali; di conseguenza i corsi d'acqua sono più lunghi e meno ripidi allo sbocco nella pianura.
- Nella pianura padana si hanno acque lentiche, torbidità legata al dilavamento dei suoli piuttosto che all'erosione, con un apporto significativo di materia organica. Sono corsi d'acqua di portata relativamente elevata, dato il buon apporto dalle zone alpine.
- Le aree dell'Appennino emiliano e delle Langhe-Monferrato sono dominate da rocce erodibili, di origine detritica; il substrato predispone ad una situazione di maggiore torbidità.
- Il substrato dell'Appennino emiliano si estende fino alla linea di Ancona sul versante tirrenico. Qui la differenza è data dalla ridotta distanza dallo spartiacque al mare e dalla forte acclività e capacità erosiva dei corsi d'acqua.
- Il versante toscano associa a rocce detritiche quelle massicce metamorfiche delle Apuane. Inoltre la morfologia è chiaramente condizionata dalla distanza dallo spartiacque al mare, decisamente maggiore rispetto al versante tirrenico. Questo predispone a corsi d'acqua di maggiore dimensione, meno ripidi e minore capacità erosiva.

- Il versante ligure, con rocce massicce (metamorfiche, ofiolitiche, e più raramente sedimentarie calcaree), su uno stretto versante presenta corsi d'acqua ad elevata energia, che viene poco assorbita dal substrato. Si ha una elevata capacità erosiva, su un substrato in prevalenza acido.
- A sud della linea Anzio-Ancona il substrato è prevalentemente basico, con corsi d'acqua di dimensioni variabili. Le anomalie morfologiche della zona adriatica a settentrione sono meno accentuate.
- Il tavoliere delle Murge rappresenta, insieme al Gargano, una area di stabilità tettonica e geologica, con corsi d'acqua limitati come estensione e chimismo basico.

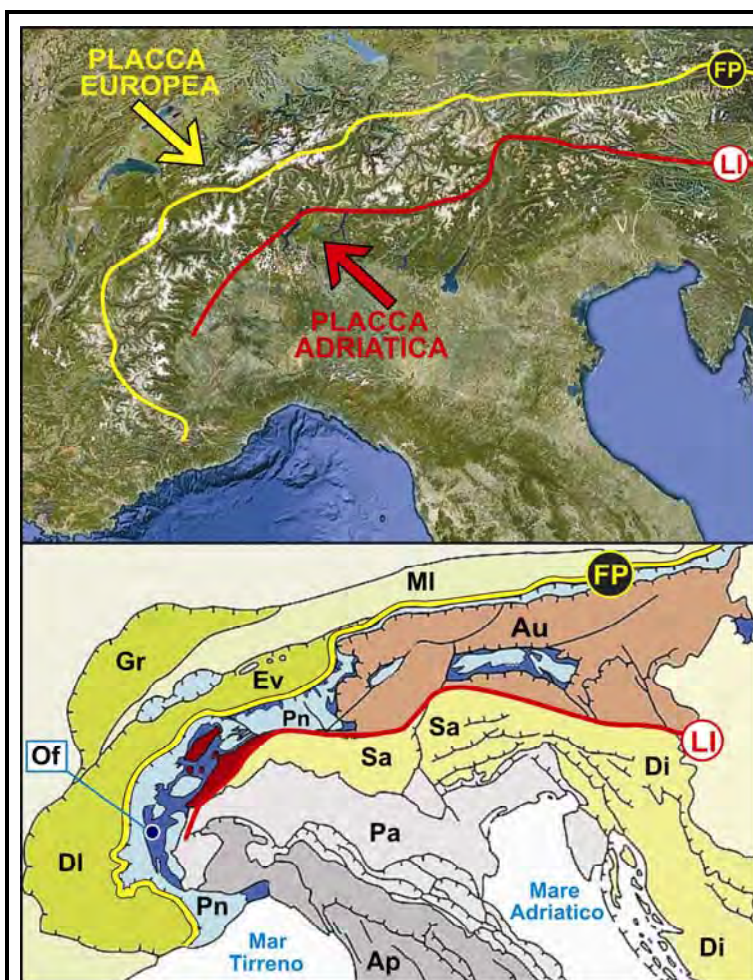


Fig. 2 - Due importanti linee tettoniche, il **Fronte Pennidico (FP)** e la **Linea Insubrica (LI)** individuano tre fasce. A Nord del Fronte Pennidico sono rocce corrugate appartenenti alle terre emerse del margine meridionale della **placca europea**. Si individuano il *Del-finale (DL)*⁴, il *Giura (Gr)*⁵, l'*Elvetico (Ev)*⁶ ed il *Molasse (MI)*⁷. A Sud della Linea Insubrica sono i materiali del margine della placca africana, comprendente la sua piattaforma continentale (e l'Adria). Il dominio *Sud-alpino (Sa)*⁸ è "schiacciato" in alto dalla *Placca adriatica (Pa)*⁹. Più a Sud si trovano gli *Appennini (Ap)*. A est le *Dinaridi (Di)*. Tra il Fronte Pennidico (LI) e la Linea Insubrica (LI) si trova la fascia intermedia, detta "*alpina assiale*". Essa è il risultato del corrugamento della piattaforma (con i sedimenti e le barriere coralline presenti su essa) e della scarpata continentale del margine della placca europea e di frammenti della crosta oceanica del bacino Ligure Piemontese (come testimoniato dalla presenza di alcune serie ofiolitiche "*Of*"). Si distinguono i domini *Pennidico (Pn)* - specialmente nel settore occidentale, maggiormente sottoposto a fenomeni di metamorfismo) ed *Austro-alpino*

(**Au** - soprattutto nel settore orientale, costituito da sedimenti depositi nel paleozoico che hanno subito metamorfismo ed intrusioni plutoniche).

⁴Prende in nome da una antica provincia francese; si estende dalle alte cime alpine che sovrastano la frontiera franco-italiana fino alla valle del Rodano.

⁵ Il nome deriva dalle montagne del Giura (calcari affioranti sul confine tra Francia, Germania e Svizzera).

⁶ Prevalentemente composto da calcari, marne e scisti del mesozoico lungo il margine meridionale della placca Europea.

⁷ Rocce sedimentarie clastiche post-orogenetiche accumulate in depressioni ai margini di una catena montuosa soggetta ai processi del disfacimento. Soprattutto arenarie, spesso con associati conglomerati e peliti.

⁸ Costituito da falde impilate durante lo "scontro" tra le due zolle europea e africana. Originariamente erano sedimenti accumulati, durante l'ordoviciano (450 milioni di anni fa, nell'era paleozoica), sul margine della crosta africana

⁹ Costituiva un "frammento" del margine della crosta della placca africana, dalla quale si è staccata, con un movimento quasi autonomo, verso la placca europea. Si sta ancora muovendo in direzione Nord-Nord/Est, con una piccola componente di rotazione antioraria.

Questo schema riassume, in via generale, una situazione che localmente potrebbe risultare molto composita. Quindi le distinzioni sopra proposte possono presentare differenze locali, come le rocce vulcaniche dell'areale laziale-flegreo, del sistema dell'Etna o le rocce acide metamorfiche della Sila, ma si tratta di emergenze geologiche di carattere locale, anche se probabilmente in grado di influenzare alcuni caratteri degli ecosistemi fluviali.



Fig. 3 - Ricostruzione del paesaggio del Mediterraneo tra miocene e pliocene ($\sim 7 \div 4$ milioni di anni fa) quasi totalmente prosciugato per la chiusura dello Stretto di Gibilterra che permetteva (come accade attualmente) la comunicazione con l'oceano Atlantico. È bene osservare che tale chiusura non fu la conseguenza di una generale regressione marina (come potrebbe accadere, per esempio, durante una glaciazione), ma originata per motivi tettonici.

Le foci dei grandi fiumi, quali Rodano e Nilo, inizialmente riversavano le loro acque con imponenti cascate; successivamente si manifestò una sovraescavazione con conseguente formazione di valli fluviali profondamente incise. Si distingue l'area del bacino balearico appena formato e un accenno di quello che diventerà il mare (oceano) Tirreno (**T**). La catena appenninica è ormai formata a separare il bacino del Tirreno da quello adriatico.

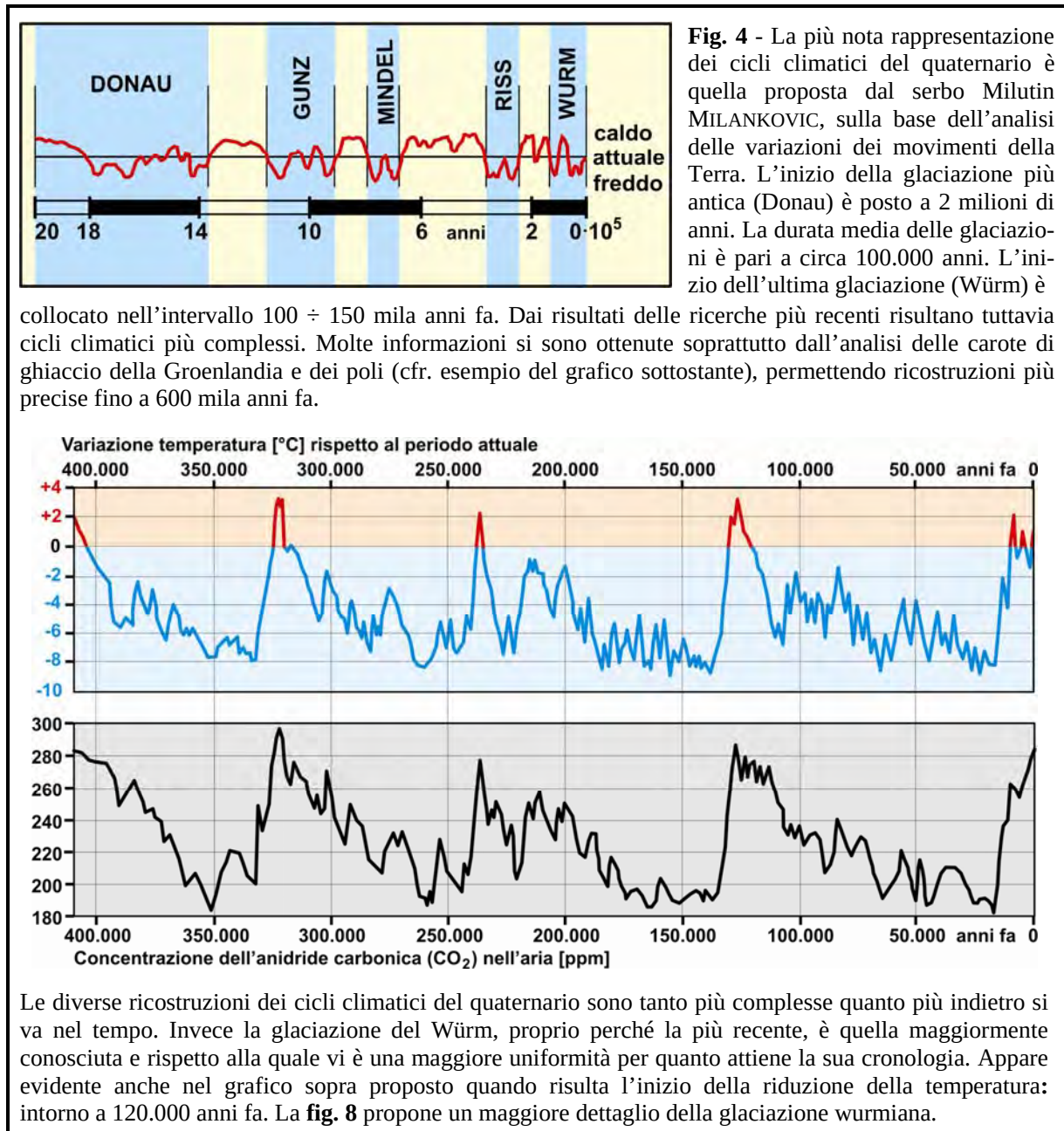
Il Mediterraneo non si prosciugò completamente, dal momento che nei bacini più profondi sono stati ritrovati fossili di organismi capaci di vivere in acque molto salate. In ogni caso, in quella situazione, erano probabilmente presenti maggiori connessioni tra i reticoli idrografici tra le varie porzioni dell'Europa meridionale ed anche tra l'Europa stessa ed il Nord-Africa.

Le acque del bacino del Danubio (Europa centrale) probabilmente non erano in connessione con l'area del Mediterraneo come invece accade attualmente attraverso il Mar Nero, il Bosforo ed il mare di Marmara (e come accadeva durante gli interglaciali del quaternario), ma affluivano nel bacino del Sarmentico, conosciuto oggi come il complesso costituito dal mar Caspio, mar Nero e mare di Aral.

Verso il tardo miocene si riformò la connessione con l'Atlantico ed attraverso lo stretto di Gibilterra giunse l'acqua che riportò il Mediterraneo al colmamento, momento che precede l'instaurarsi di una situazione climatica fredda, la prima glaciazione del quaternario.

3 - CONSEGUENZE DELLE GLACIAZIONI QUATERNARIE

Vi sono diverse tecniche di indagine sul clima del passato. Ciascuna non fornisce risultati precisi, ma occorre correlare tutte le informazioni dei diversi tipi di indagine in modo che non siano fra loro in contraddizione. Ancora oggi si aggiungono dati alle nozioni già acquisite che spesso mettono in crisi modelli e teorie che sembravano prima molto probabili (**fig. 4**).



Facendo riferimento alle Alpi e non volendo entrare nel dettaglio di una precisa cronologia e di una più rigorosa descrizione degli eventi climatici (tutt'ora oggetto di ricerche complesse ed anche contraddittorie), si fa riferimento a cinque grandi periodi freddi che hanno caratterizzato l'era Quaternaria. L'età (la più probabile secondo la maggior parte dei ricercatori) dell'inizio del primo di questi periodi freddi: 1,6 ÷ 2 milioni di anni fa. Tale limite può essere fatto coincidere con quello inferiore dell'**era Quaternaria** (o **Neozoico**) suddivisa nei periodi **Pleistocene** e **Olocene** (gli ultimi 12 ÷ 15 mila anni quest'ultimo, cioè dalla fine dell'ultima glaciazione).

Le cinque fasi fredde (**glaciazioni**) che hanno caratterizzato il Pleistocene sono, a partire dalla più antica: **Donau, Gunz, Mindel, Riss e Würm**. Fra una glaciazione e l'altra il clima era più mite: periodi **interglaciali**. Attualmente stiamo vivendo in un periodo **postglaciale** che segue il Würm (l'ultima glaciazione).

Negli interglaciali il clima era anche più caldo dell'attuale, fino a 2/3 °C in più rispetto a quella globale terrestre dei tempi nostri; le masse di ghiaccio sulle montagne, dei poli e della Groenlandia erano ridotte, il livello marino assai più alto e le terre emerse meno estese (**fig. 5/A**).

Durante i periodi freddi la temperatura era più bassa, fino a 6 ÷ 8 °C in meno rispetto all'attuale media annua del globo. Le masse di ghiaccio dei poli raggiunsero la massima estensione invadendo parte del continente europeo e di quello Nordamericano (**fig. 6**). La conseguenza fu un generale abbassamento del livello marino e maggiore estensione delle terre emerse (**figg. 5/B e 7**). Corsica, Sardegna, Sicilia e Italia erano unite da ponti di terra; ciò potrebbe spiegare, almeno in parte, la diffusione di trote dei ceppi mediterranei sulle maggiori isole del Mediterraneo centrale, sul versante tirrenico dell'Appennino e forse sul bacino del Vara/Magra (Liguria orientale).

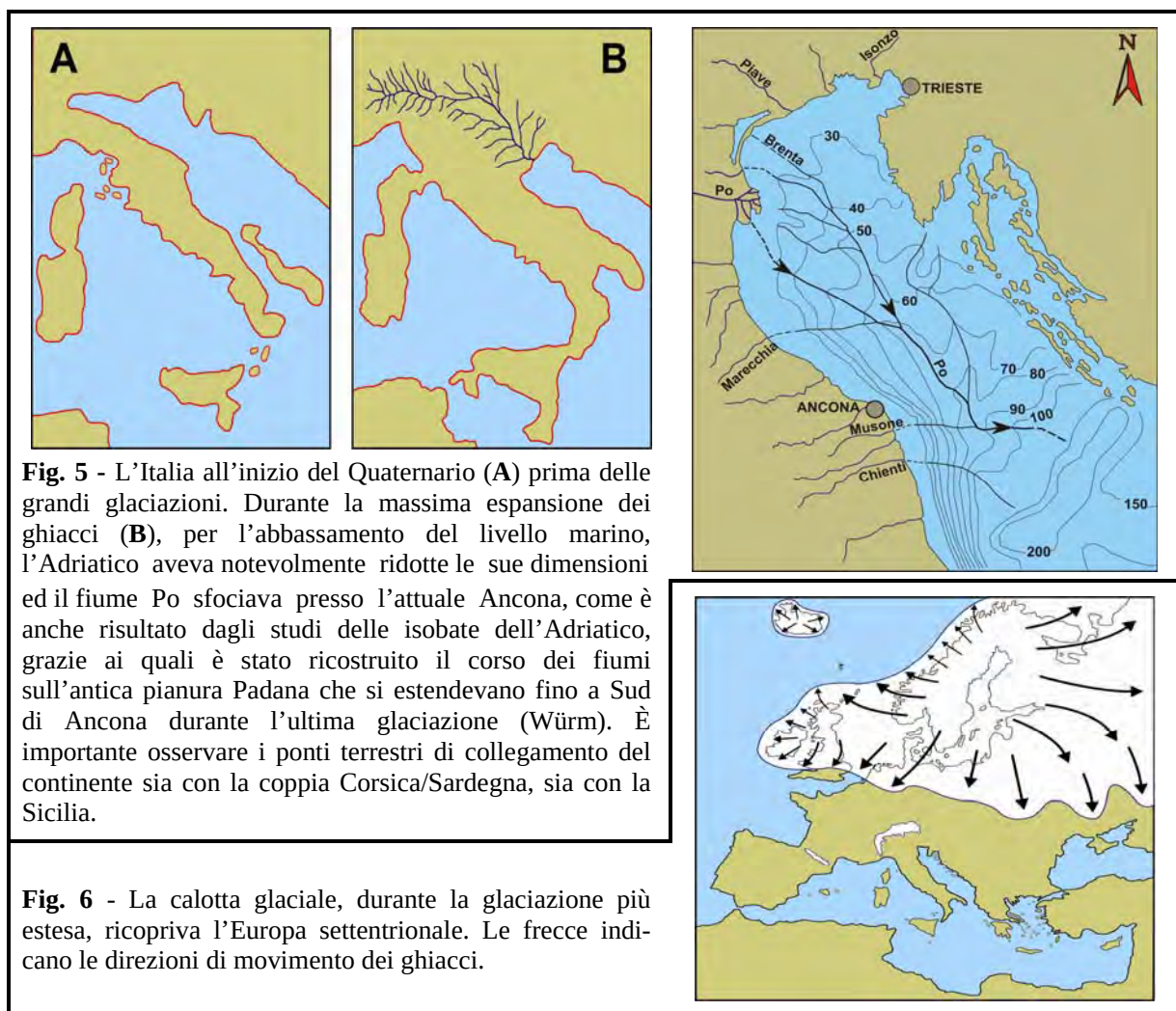


Fig. 5 - L'Italia all'inizio del Quaternario (A) prima delle grandi glaciazioni. Durante la massima espansione dei ghiacci (B), per l'abbassamento del livello marino, l'Adriatico aveva notevolmente ridotte le sue dimensioni ed il fiume Po sfociava presso l'attuale Ancona, come è anche risultato dagli studi delle isobate dell'Adriatico, grazie ai quali è stato ricostruito il corso dei fiumi sull'antica pianura Padana che si estendevano fino a Sud di Ancona durante l'ultima glaciazione (Würm). È importante osservare i ponti terrestri di collegamento del continente sia con la coppia Corsica/Sardegna, sia con la Sicilia.

Fig. 6 - La calotta glaciale, durante la glaciazione più estesa, ricopriva l'Europa settentrionale. Le frecce indicano le direzioni di movimento dei ghiacci.

Durante le glaciazioni le Alpi erano "coperte" da grandi masse di ghiaccio che arrivavano ad invadere anche la pianura. L'estensione di tali ghiacciai, la loro azione di "esarazione" nei confronti delle vallate alpine completamente occupate dai ghiacci, il trasporto di grandi quantità di detrito, hanno modificato notevolmente le forme del paesaggio. Nel passato recente della storia della Terra, i ghiacciai sono stati i maggiori agenti di modificazione della morfologia, soprattutto nelle zone che sono state più coinvolte dai fenomeni di glacialismo, come, senza dubbi, tutta la regione alpina.

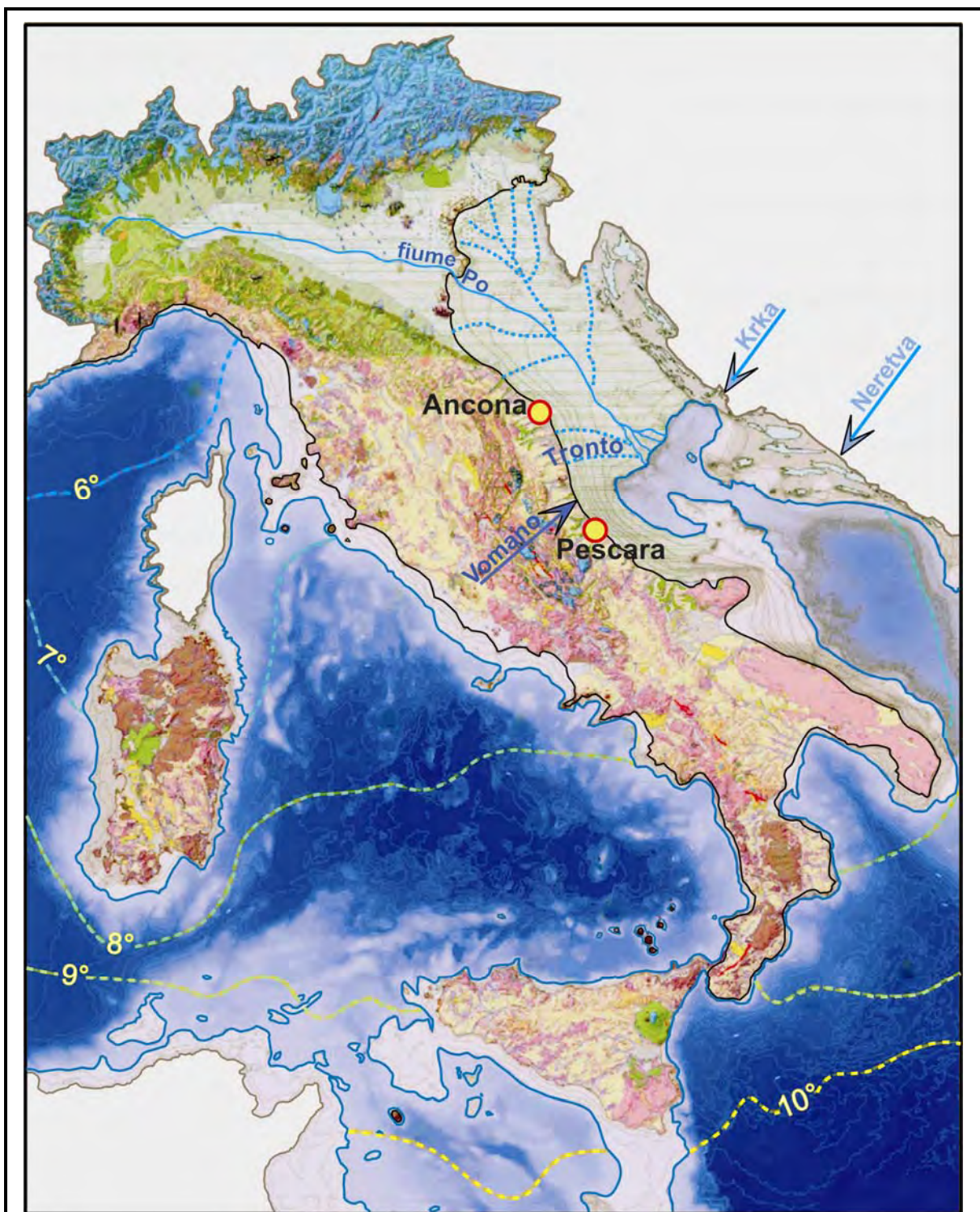
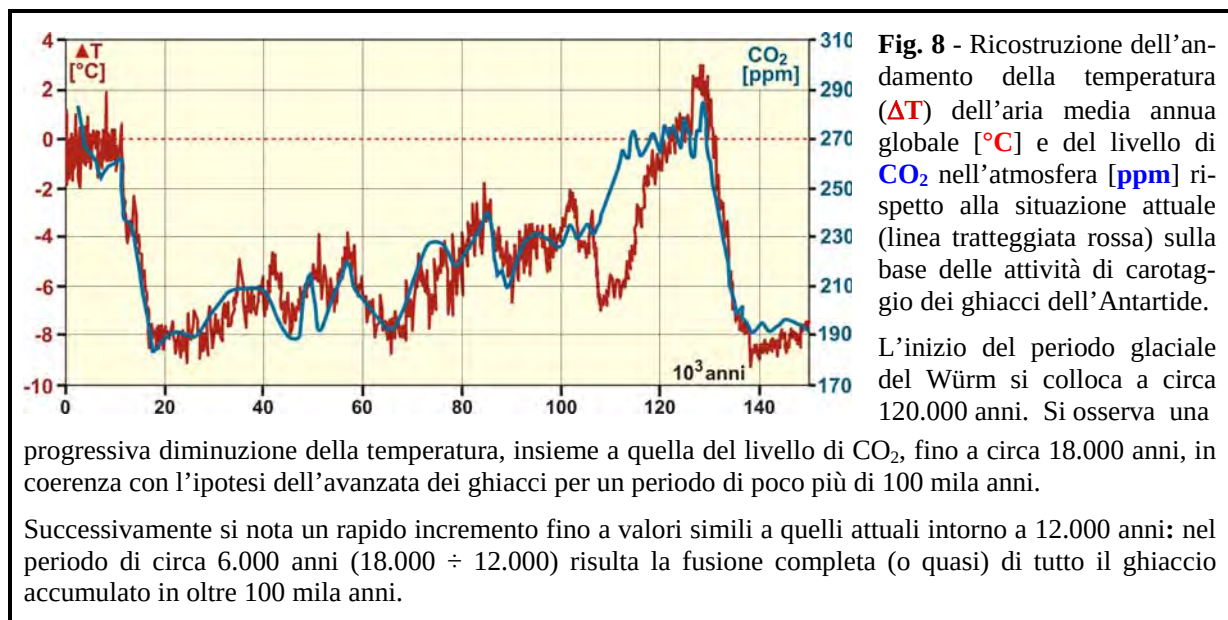


Fig. 7 - Carta geomorfologica dell'Italia durante la massima espansione del Würm proposta da VAI & CANTELLI (2004, modificata)¹⁰. Durante le glaciazioni precedenti (Mindel/Riss) la regressione marina fu probabilmente più pronunciata, tanto da permettere il collegamento terrestre con la Corsica (**fig. 5B**) e le confluenze nel Po del Krka e del Vomano. Le acque del Mediterraneo erano più fresche e meno salate. Tale condizione può aver favorito lo spostamento dei pesci, in particolare delle specie anadrome, eurialine e quelle tipicamente d'acqua dolce, ma in grado di tollerare parzialmente le acque salate (es. salmonidi).

¹⁰ Vai G.B., Cantelli L., 2004. *Litho-Palaeoenvironmental maps of Italy during the last two climatic extremes two maps 1:100.000*. Explanatory notes edited by Antonioli F. and Vai G.B., 32° IGC publications.

Interessa, in particolare, l'ultima glaciazione (Würm; **fig. 8**), in quanto quella che maggiormente deve aver condizionato i processi di migrazione (occupazione degli areali) delle specie ittiche, soprattutto nel bacino padano. Gli esempi delle ricostruzioni dei paesaggi alpini al culmine massimo dell'espansione della glaciazione wurmiana nelle **figg. 9 e 10** sono emblematici.

La **fig. 7** è una rappresentazione della penisola italiana durante la massima espansione dell'ultima glaciazione, circa 20.000 anni fa. Se il Würm è stato l'ultimo (e più conosciuto) ciclo freddo del quaternario, le due glaciazioni precedenti, Riss e Mindel, furono probabilmente un poco più estese, come risulta dalle tracce morfologiche che si sono conservate, soprattutto nel versante esterno delle Alpi, nonostante il successivo rimaneggiamento operato dal Würm (**fig. 11**). In tali situazioni il livello marino si abbassò maggiormente e probabilmente, nel periodo tra 150 mila e 200 mila anni fa il fiume Po sfociava in ciò che rimaneva dell'Adriatico un poco più a Sud rispetto a quanto rappresentato nelle **figg. 5/B e 7**, riuscendo a comprendere anche le confluenze del Vomano poco a Sud dell'attuale Teramo e del Krka nella Croazia meridionale.



In un tempo a noi relativamente vicino, sotto il profilo geomorfologico ed evolucionistico, dobbiamo quindi immaginare l'intera catena alpina quasi totalmente priva di acqua liquida; o meglio risulta evidente l'**inesistenza nelle Alpi di ambienti acquatici nelle condizioni di ospitare cenosi acquatiche e soprattutto comunità ittiche.**

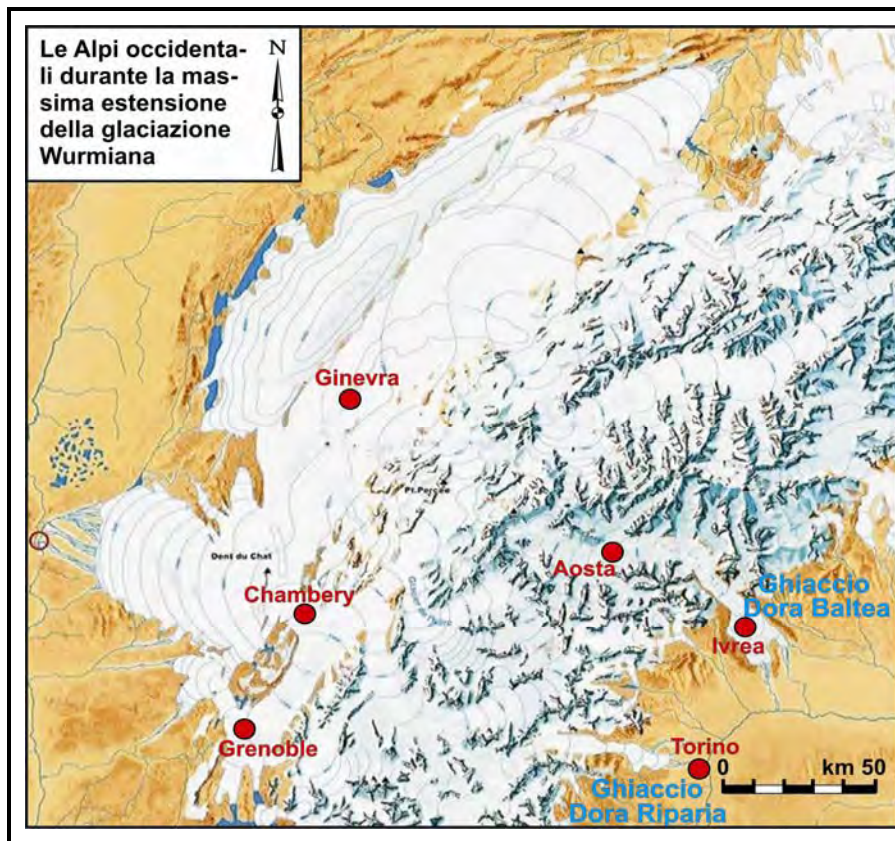


Fig. 10 - Intorno a 18.000 ÷ 20.000 anni fa, nella fase di massima espansione della glaciazione würmiana, le Alpi erano letteralmente coperte da ghiaccio. Le principali vallate alpine erano occupate da ghiacciai vallivi che spingevano le loro fronti fino ad invadere la pianura.

Il sito ove ora sorge la città di Ivrea si trovava sotto uno spessore di almeno 200 metri di ghiaccio, mentre il ghiacciaio della Dora Riparia spingeva le sue morene frontali poco a monte dell'area ora occupata dalla odierna Torino.



Fig. 11 - Il limite viola indica la massima estensione glaciale del Würm. Il limite blu indica le massime estensioni delle glaciazioni Mindel e Riss, molto spesso difficilmente distinguibili tra loro sotto il profilo morfologico. I due cicli freddi più antichi sembrano essere stati più intensi; per quanto riguarda le Alpi più evidenti sul versante esterno. Quindi si ipotizza un maggior accumulo di ghiaccio sulle terre emerse ed una diminuzione del livello marino leggermente più pronunciata.

A questo punto, per quanto sopra illustrato, verrebbe da ipotizzare una progressiva colonizzazione da parte dei pesci verso monte a seguire le fronti glaciali in regressione nel periodo compreso tra 18.000 e 12.000 anni fa. In realtà le vicende sono probabilmente accadute in modo diverso.

In meteorologia vale un concetto generale: nelle fasi climatiche più o meno stabili l'atmosfera è più "tranquilla"; durante una glaciazione o durante un interglaciale la successione degli eventi meteorologici è più regolare, mentre quelli eccezionali (che comunque non mancano) sono meno frequenti e meno intensi. Nelle fasi di transizione, nel caso in oggetto al repentino passaggio da un ciclo freddo (Würm) a quello più caldo attuale (post-glaciale), l'atmosfera è più turbolenta; gli eventi meteorologici sono caratterizzati da maggiori irregolarità, frequenza ed intensità.

Dobbiamo immaginare la fase di transizione di rapida regressione del Würm (nel succitato periodo 18.000 ÷ 12.000 anni) durante il quale gli inverni erano ancora dominati dalla neve, mentre le estati erano probabilmente tormentate da frequenti e violenti rovesci temporaleschi. Nel frattempo nei fiumi, alle pendici dei monti ed in pianura, erano riversate enormi quantità d'acqua dovute alla fusione dei ghiacci accumulati nelle decine di migliaia di anni precedenti. In 6.000 anni fu restituita l'acqua che fu imprigionata sotto forma solida in oltre 100.000 anni. Ogni anno i fiumi erano alimentati dalla fusione dei ghiacci accumulati in un intervallo quasi 20 volte superiore.

L'effetto combinato delle forti precipitazioni estive e dell'intensa fusione di enormi quantità di ghiaccio, producevano, ogni estate, vere e proprie alluvioni, quelle che contribuirono, in maggior misura, alla formazione delle grandi conoidi alluvionali ai piedi delle principali vallate alpine allo sbocco dei fiumi in pianura. Gli uomini di allora, che non sapevano ancora scrivere, tramandarono, alle generazioni successive, i racconti di quei tempi difficili, da cui probabilmente ebbe origine il mito del diluvio universale, conosciuto in varie parti del mondo da culture diverse. In tale situazione è difficile immaginare la risalita dei pesci per colonizzare ambienti che man mano venivano liberati dai ghiacci, a meno di pensare che la risalita avvenisse nella stagione invernale, in condizioni idrauliche meno difficili. In ogni caso sarebbe almeno opportuno riconoscere le difficoltà di una colonizzazione verso monte da parte dell'ittiofauna in un simile scenario.

Circa 12.000 anni fa le masse di ghiaccio erano ormai quasi scomparse, salvo residui nelle fasce altimetriche più elevate, in una situazione non troppo diversa da quella attuale. Intanto, in seguito all'ablazione dei ghiacci, con l'innalzamento del suo livello, il mare si riprese parte delle terre; soprattutto nell'Adriatico la linea di costa si spostò velocemente verso Nord e 6.000 ÷ 6.500 anni prima di Cristo il Reno confluiva ancora nel Po (**fig. 12**); solo poco più di 5.000 anni fa circa si stabilizzò la linea di costa sull'Adriatico, più o meno nella situazione attuale, con il bacino del Reno definitivamente separato dal Po. A quel punto (forse anche un poco prima) la risalita verso monte diventò realmente possibile, ma fino a che punto? Se prima il limite era di tipo climatico/idraulico/idrologico, ora risulta evidente un **limite di tipo morfologico** dovuto alle forme del paesaggio alpino "disegnate" dai ghiacciai.



Fig. 12 - Fra le numerose ricostruzioni dell'evoluzione del clima globale dell'epoca post-glaciale che stiamo vivendo, una delle più interessanti riguarda la relazione tra l'alternanza di cicli caldi/freddi e lo sviluppo delle civiltà condotto negli USA da ALLEY R.B. (2004).

Tra gli eventi più conosciuti e recenti sicuramente è la piccola era glaciale (1450 ÷ 1850), preceduta dal freddo del basso Medio Evo e dalla piccola crisi climatica che ha preceduto la civiltà egiziana. Ma il picco più freddo è quello del periodo 6000 ÷ 6500 prima di Cristo, caratterizzato da una temperatura media annua globale inferiore di almeno un grado centigrado rispetto all'attuale. In quella situazione si fermò l'avanzata del mare iniziata al termine del Würm; anzi forse subì una lieve regressione. Anche per tale motivo il Reno confluiva ancora nel Po. Questo aspetto può aver condizionato la distribuzione dell'ittiofauna quale oggi conosciamo.

Prima di argomentare intorno al suddetto “*limite morfologico*”, sulla base di quanto descritto, si precisa quanto segue: il vasto areale individuato, sotto il profilo ittiofaunistico, come il “**distretto zoogeografico padano-veneto**” (proposto da BIANCO, 1987, 1996)¹¹ coincide con il bacino del Po nella fase di massima espansione glaciale, comprendente l’attuale Bacino del Po, il triveneto, le regioni che si affacciano sul medio/alto Adriatico (Emilia Romagna e Marche) insieme alla provincia di Teramo (Abruzzo settentrionale) e la stretta fascia Sloveno/Croata dall’Isonzo al Krka (fig. 13).

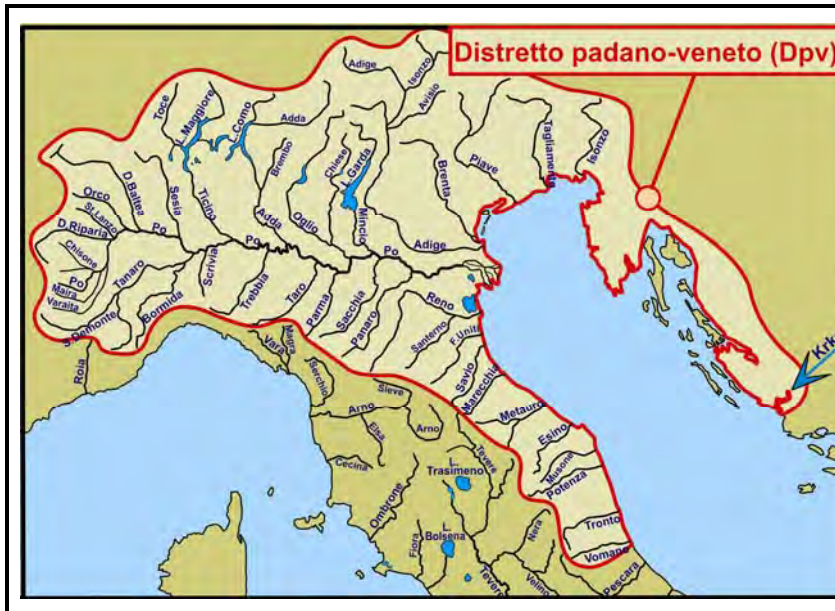


Fig. 13 - L’areale individuato, sotto il profilo ittiofaunistico, come **distretto zoo-geografico padano/veneto**, coincide con il bacino del Po nella fase di massima espansione glaciale.

Si ipotizza, da parte della fauna ittica, una graduale ricolonizzazione del reticolo idrografico alpino che man mano veniva liberato dalla fusione dei ghiacci, seppure con limiti dovuti ai particolari regimi idrologici nella fase di rapida regressione del Würm e successivamente più facile con la stabilizzazione climatica/idrologica a partire dagli inizi del post-glaciale. Ma tale processo si è misurato con la particolare morfologia dovuta ai meccanismi dell’esarazione glaciale.

Si riconoscono tre diverse situazioni paesaggistiche della classica successione delle tre fasi preglaciale ⇒ glaciale (es. il Würm) ⇒ post glaciale (es. l’attuale) nel seguito descritte.

- **Preglaciale (fig. 14).** Il paesaggio è disegnato dall’erosione operata dalle acque correnti superficiali, con formazione di valli fluviali con profilo a “V”; ciò che più conta, ai nostri fini, sono le confluenze delle valli laterali su quella principale che avvengono alla stessa quota; i pesci possono spostarsi lungo il fiume scorrente nella valle principale e/o risalire gli affluenti delle valli laterali. La colonizzazione da parte dell’ittiofauna può spingersi in modo relativamente facile verso monte, fino ad altitudini significative, seppure destinata ad arrestarsi in corrispondenza delle testate delle valli, dove la pendenza dei corsi d’acqua diventa più accentuata e dove iniziano i primi salti naturali invalicabili per la risalita dei pesci.
- **Glaciale (fig. 14).** Tutte le valli (principali e secondarie) sono occupate da ghiacciai in lento movimento verso valle, con velocità variabile, grosso modo, da pochi metri ad alcune decine di metri all’anno; in estate rimangono scoperti dal ghiaccio soltanto gli apici altitudinali ed i versanti più esposti, se non troppo elevati. I ghiacciai esercitano un’azione di esarazione che dipende certamente dalla velocità con la quale “scorrono” verso valle, ma che dipende, in misura

¹¹ BIANCO P.G., 1987. *L’inquadramento zoogeografico dei pesci d’acqua dolce d’Italia e problemi determinati dalle falsificazioni faunistiche*. Atti II Conv. Naz. AIIAD “Biologia e gestione dell’ittiofauna autoctona” di Torino (5/6 giugno 1987): 41 ÷ 65. Assessorati Pesca della Regione Piemonte e della Provincia di Torino.

BIANCO P.G., 1996. *Inquadramento zoogeografico dell’ittiofauna continentale autoctona nell’ambito della sottoregione euro - mediterranea*. Atti IV Con. Naz. AIIAD “Distribuzione della fauna ittica italiana” di Trento (12/13 dicembre 1991): 145 ÷ 170. Provincia Autonoma di Trento. Istituto Agrario di S. Michele all’Adige.

maggiore, dal loro spessore (cioè dal loro peso), più imponenti e più potenti lungo le valli principali, decisamente più leggeri nelle valli laterali. Di conseguenza l'azione di esarazione nelle valli principali è molto più accentuata, più vasta e più profonda.

- **Postglaciale (figg. 14 ÷ 16).** È evidente la tipica forma della sezione trasversale ad “U” delle valli glaciali. Per quanto sopra descritto a proposito della diversa capacità di esarazione in funzione della potenza dei ghiacciai, risulta la valle principale più ampia e più profonda nella quale confluiscono le valli laterali che hanno subito una minore azione di escavazione dei loro ghiacciai più “leggeri” e che quindi assumono il classico aspetto delle “*valli sospese*”. Tutte le principali vallate alpine, in quanto intensamente interessate dai fenomeni del glacialismo wurmiano (figg. 9 e 10) presentano simili paesaggi, seppure in parte rimaneggiati dalla successiva fase di alterazione ed erosione post-glaciale.

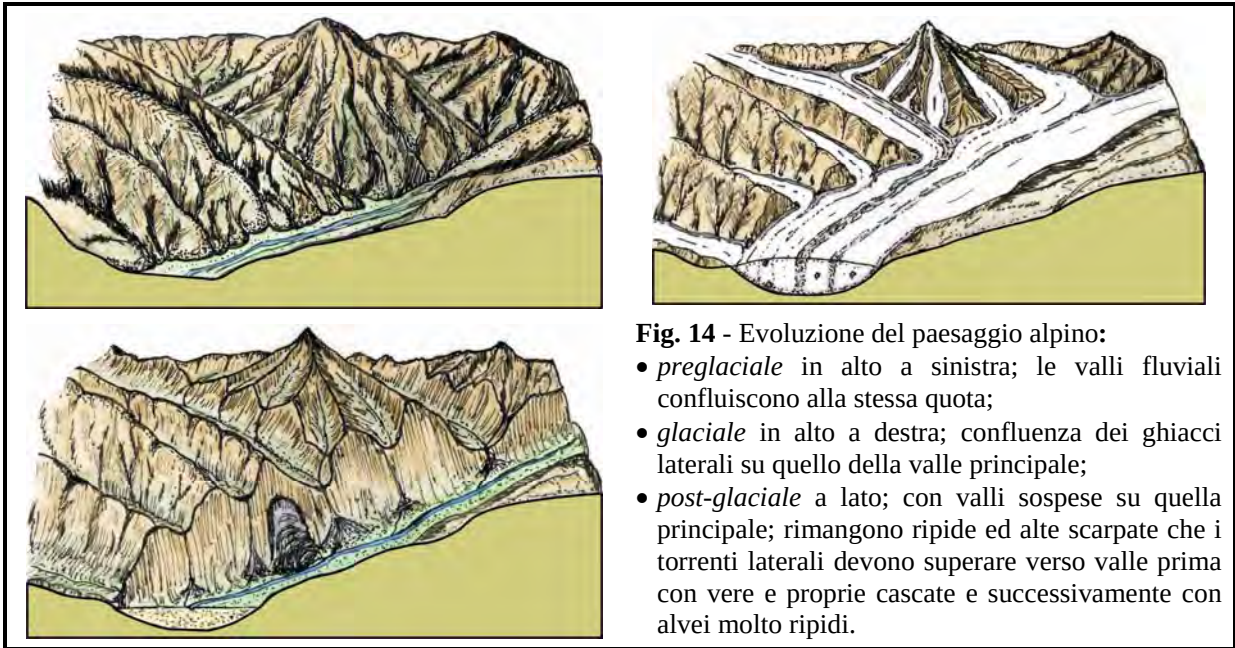


Fig. 14 - Evoluzione del paesaggio alpino:

- *preglaciale* in alto a sinistra; le valli fluviali confluiscono alla stessa quota;
- *glaciale* in alto a destra; confluenza dei ghiacci laterali su quello della valle principale;
- *post-glaciale* a lato; con valli sospese su quella principale; rimangono ripide ed alte scarpate che i torrenti laterali devono superare verso valle prima con vere e proprie cascate e successivamente con alvei molto ripidi.

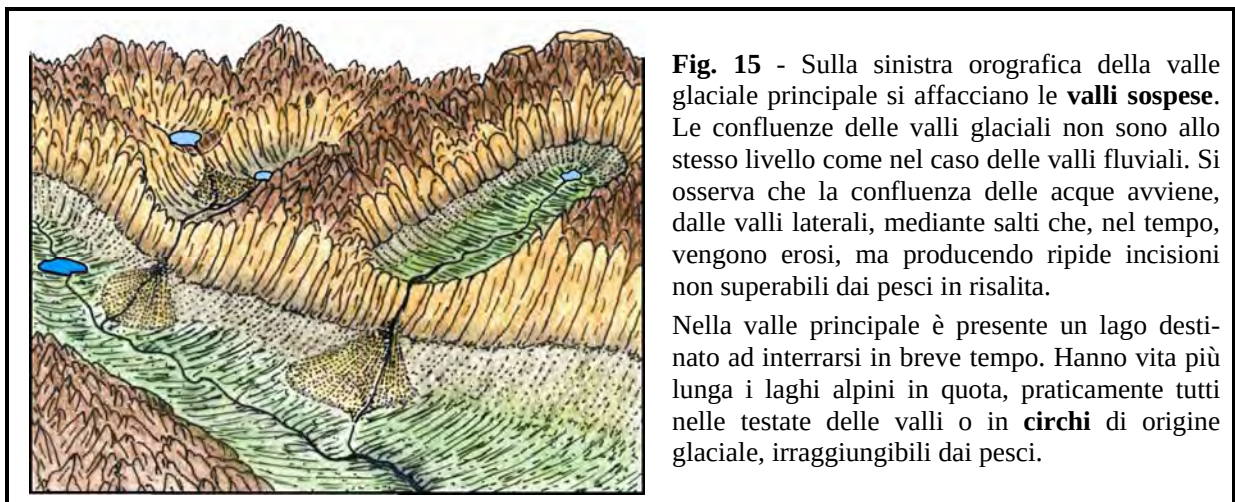


Fig. 15 - Sulla sinistra orografica della valle glaciale principale si affacciano le **valli sospese**. Le confluenze delle valli glaciali non sono allo stesso livello come nel caso delle valli fluviali. Si osserva che la confluenza delle acque avviene, dalle valli laterali, mediante salti che, nel tempo, vengono erosi, ma producendo ripide incisioni non superabili dai pesci in risalita.

Nella valle principale è presente un lago destinato ad interrarsi in breve tempo. Hanno vita più lunga i laghi alpini in quota, praticamente tutti nelle testate delle valli o in **circhi** di origine glaciale, irraggiungibili dai pesci.

La conclusione importante è la presenza di affluenti dei principali corsi d'acqua alpini i cui tratti terminali sono il risultato della incisione operata dall'acqua liquida sui salti quasi verticali delle valli sospese, dando luogo prima a vere e proprie cascate e successivamente a pendenze impossibili da superare da parte dei pesci. Ciò porta alla seguente conclusione: **la condizione naturale più probabile dei torrenti alpini tributari delle principali vallate è l'assenza di ittiofauna**, salvo, ma non sempre, i brevissimi tratti immediatamente a monte delle confluenze.

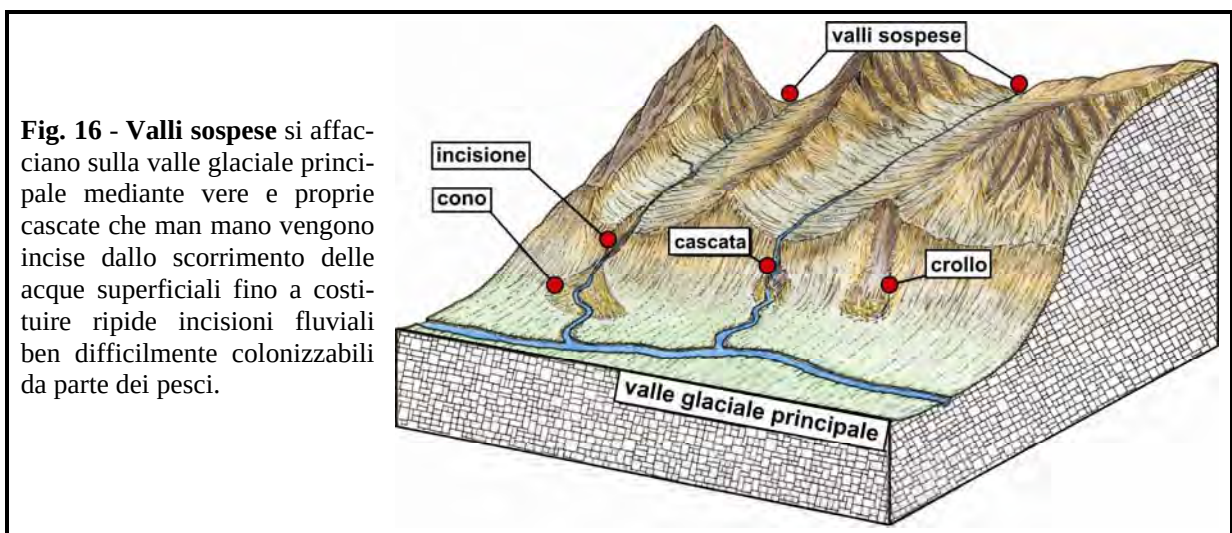


Fig. 16 - Valli sospese si affacciano sulla valle glaciale principale mediante vere e proprie cascate che man mano vengono incise dallo scorrimento delle acque superficiali fino a costituire ripide incisioni fluviali ben difficilmente colonizzabili da parte dei pesci.

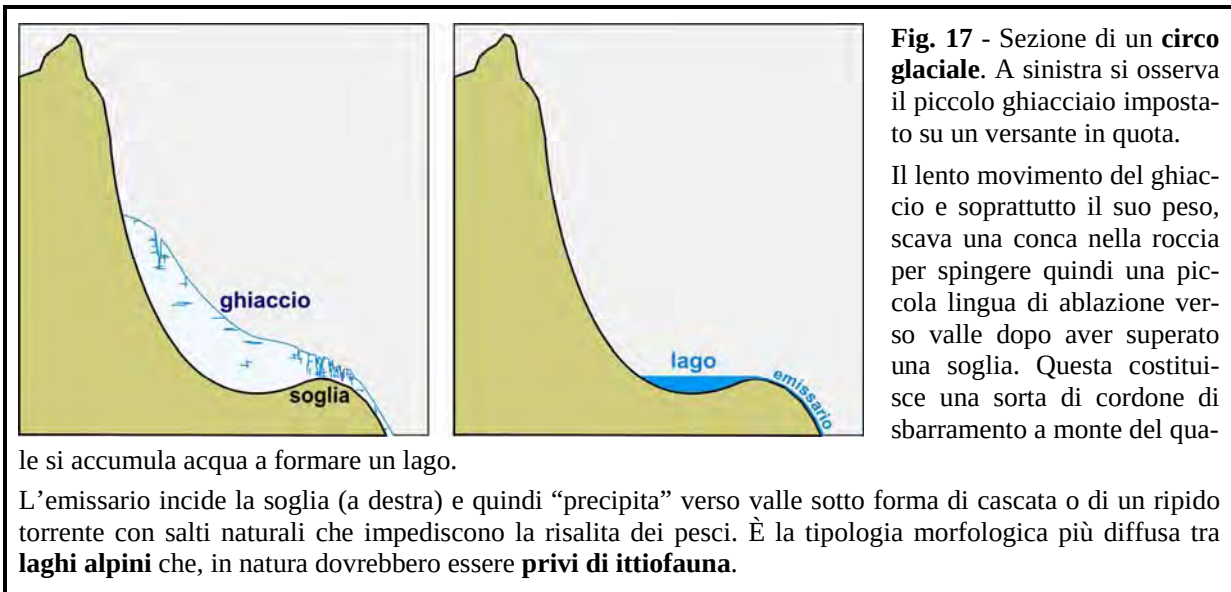
Possiamo sostenere che la colonizzazione dell'ittiofauna verso monte sia meno difficile nelle vallate principali, come d'altra parte le immagini delle **figg. 3.14 ÷ 3.16** lasciano intendere, ma non è del tutto vero, in quanto raramente il profilo longitudinale delle valli glaciali è uniforme. In realtà è quasi sempre piuttosto irregolare e quindi il torrente post-glaciale, in quasi tutte le situazioni, presenta tratti con pendenze diverse.

La tipologia di irregolarità del profilo longitudinale più frequente è data dalla discontinuità della successione dei depositi morenici ed in particolare della disposizione di *cerchie* (morene frontali), più o meno ondulate e incise da un corso d'acqua. Se una delle caratteristiche fondamentali della morfologia glaciale è data dalle forme di accumulo, altrettanto importanti sono quelle di erosione; infatti l'esarazione è responsabile di fenomeni di sovraescavazione differenziale che conferiscono alla valle glaciale un andamento irregolare dovuto ad una successione di slarghi (gli *ombelichi*) alternati da tratti sede di approfondimento e di strettoie (*verrou* dai francesi), le cui soglie rocciose sbarrano la valle.

Il risultato è la presenza di soglie di origine glaciale che vengono superate dal fiume che scorre nella vallata spesso mediante cascate inizialmente che poi, in seguito ai processi erosionali, arretrano con formazione di tratti molto ripidi e caratterizzati da salti invalicabili per i pesci. Tali caratteri morfologici sono tanto più probabili (frequentissimi) verso monte. In linea di massima le soglie insuperabili nelle vallate principali si collocano nella fascia altimetrica 600 ÷ 900 m s.l.m. nelle Alpi occidentali, per innalzarsi man mano verso Est, fino anche a superare, in qualche caso, i 1.100 ÷ 1.200 m s.l.m. nelle Alpi orientali.

Un'altra forma glaciale tipica delle Alpi sono i **laghi di circo**, praticamente quasi tutti i laghi alpini (**fig. 17**). Nelle montagne, con vette poco sopra la linea delle nevi persistenti, i ghiacciai si ubicano sovente nei circhi. Il ghiacciaio, generalmente di ridotte dimensioni, è dominato da pareti rocciose quasi verticali da cui scendono le valanghe di neve che lo alimentano.

Il **circo**, per le sue ridotte dimensioni, è una delle forme più semplici ed è riconducibile ad una depressione a semicerchio sovrastata da pareti ripide (**fig. 17**). Esistono circhi di tutte le dimensioni: piccole nicchie di qualche decina di metri di ampiezza, vasti anfiteatri terminanti verso monte le vallate glaciali. Alcuni circhi hanno forme di nicchie sui fianchi delle montagne; i più grandi hanno, in genere, un fondo piatto o leggermente ondulato, talora con un piccolo lago; verso valle il circo può essere sbarrato da una contropendenza rocciosa e/o morenica. Vi possono essere anche circhi complessi, a gradinata, impostati sulla testata delle valli glaciali.



Ciò che più interessa, sotto il profilo ittiofaunistico, è l'impossibilità, da valle, di colonizzazione da parte dei pesci, dato che l'emissario, quando non si presenta come una cascata oltre la soglia glaciale che delimita verso valle il circo, è quasi sempre un ripido torrentello caratterizzato da salti invalicabili. Talora il lago occupa una depressione nella testata della valle glaciale, ma verso valle l'emissario soffre dei limiti morfologici sopra descritti.

Si può in sintesi affermare che **i laghi naturali alpini, quasi tutti di origine glaciale** (circhi o depressioni in testata delle vallate glaciali) **sono privi di comunità di riferimento, in quanto, in condizioni naturali, l'ittiofauna dovrebbe essere assente**. Ciò quindi fa presupporre l'alloctonoia dei salmerini (*S. fontinalis* ed *alpinus*) per il territorio italiano.

4 - ELEMENTI MORFOMETRICI

Una delle componenti più importanti per la descrizione degli ambienti acquatici e quindi delle comunità ittiche è l'**altitudine** [m s.l.m.] o meglio la curva ipsografica (distribuzione delle fasce altimetriche) dei relativi bacini imbriferi. L'altitudine è il principale fattore nella caratterizzazione termometrica climatica dei bacini stessi e quindi delle acque.

La temperatura dell'aria diminuisce con la quota secondo un gradiente medio annuo pari a - 0,51 °C/100 m. Tale valore non è costante nell'anno, ma cambia in funzione delle stagioni :

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
- 0,35	- 0,41	- 0,51	- 0,59	- 0,64	- 0,68	- 0,69	- 0,67	- 0,61	- 0,52	- 0,44	- 0,39

Il limite climatico delle nevi persistenti (LCsp) è leggermente inferiore nel versante francese delle Alpi rispetto a quello interno, per le più abbondanti precipitazioni scaricate dai fronti perturbati di origine Nord-occidentale. In Italia, rispetto alla catena alpina i gradienti sono leggermente più pronunciati nelle Alpi orientali ed altrettanto si può affermare per il versante adriatico dell'Appennino rispetto a quello tirrenico ed ancor più rispetto a quello ionico.

Considerando le temperature medie a livello di pianura, assai variabili per latitudine e per distanza dalle fasce costiere marine, salendo di quota si riconoscono i seguenti limiti climatici altitudinali distinguibili a seconda delle aree (**tab. 1**):

- LC0j - Limite climatico dello zero termico medio mensile di gennaio;** altitudine alla quale la temperatura media mensile di gennaio (il mese invernale più freddo) è pari a 0 °C. Nei climi marittimi (la costa italiana) il mese più freddo è febbraio, per l'effetto di volano termico della massa d'acqua marina. Sotto quella quota non vi sono condizioni termiche per l'accumulo di neve al suolo; l'eventuale manto nevoso (salvo anni particolari, nei versanti meno esposti) fonde nel giro di pochi giorni e comunque entro il mese; la fascia altimetrica inferiore concorre all'alimentazione di regimi idrologici francamente pluviali (deflussi quali risposta diretta degli afflussi) e con coefficienti di deflusso prossimi ad uno per assenza (o quasi) di evapotraspirazione, come tipico dell'inverno; oltre tale limite l'acqua meteorica di gennaio (o di febbraio) inizia ad essere disponibile, come deflussi, nel mese successivo, ancora nell'inverno; alle quote superiori è più evidente l'effetto del "ritardo" nella formazione dei deflussi rispetto agli afflussi, senza tuttavia diventare determinante nel condizionare i regimi idrologici.
- LC0w - Limite climatico dello zero termico medio del trimestre invernale;** altitudine alla quale la temperatura media mensile dei tre mesi invernali (dicembre, gennaio e febbraio) è pari o inferiore a 0 °C (che corrisponde alla media mensile di febbraio, il meno freddo dell'inverno); la fusione delle nevi accumulate nell'inverno si manifesta, in modo apprezzabile, in marzo, e diventa significativo in aprile, con residui ancora nel maggio nei versanti meno esposti; al di sopra di tale limite le fasce altimetriche contribuiscono all'alimentazione di regimi idrologici nivopluviali.
- LC0y - Limite climatico dello zero termico medio annuo;** altitudine alla quale la temperatura media annua è pari a 0 °C; vi sono le condizioni per accumulo di neve per metà anno, che solitamente fonde del tutto nel successivo semestre "caldo"; la fascia climatica compresa tra tale limite e quello precedente concorre all'alimentazione di regimi idrologici nivopluviali; la presenza, nelle testate dei bacini, di fasce altimetriche superiori comporta una significativa alimentazione dei deflussi con l'ablazione, ancora in luglio e, seppure in modo meno evidente, anche in agosto.
- LCsp - Limite climatico delle nevi persistenti;** altitudine al di sopra della quale, in estate, la neve accumulata nella stagione fredda non fonde completamente, accumulandosi ai residui dell'anno precedente; nelle fasce altimetriche superiori vi sono le condizioni per la formazione o persistenza di isole glaciali, nevai perenni ed anche veri e propri ghiacciai,

soprattutto quando tali aree sono sufficientemente estese per altitudini crescenti; le fasce altimetriche superiori al LCsp, in un bacino, concorrono, con l'ablazione dei ghiacci, all'alimentazione di regimi idrologici nivoglaciali.

Tab. 1 - Limiti altitudinali climatici (LC) in funzione delle principali aree climatiche italiane.							
max min	Alpi occidentali	Alpi centrali	Alpi orientali	Appennino versante padano	Appennino versante adriatico	Appennino versante tirrenico	Appennino versante ionico
LCsp	3.000 3.200	2.900 3.300	2.700 3.000	-	-	-	-
LC0y	2.600 2.800	2.500 2.800	2.400 2.600	-	≥ 2.700 (*)	-	-
LC0w	1.600 1.800	1.500 1.800	1.400 1.600	1.700 1.900	1.700 1.900	1.800 2.000	1.900 2.000
LC0j	500 700	500 700	400 600	600 800	600 800	700 900	700 900
LCsp	Limite Climatico delle nevi persistenti.						
LC0y	Limite Climatico dello zero termico medio annuo.						
LC0w	Limite Climatico dello zero termico medio del trimestre invernale (dicembre ÷ febbraio).						
LC0j	Limite Climatico dello zero termico medio mensile di gennaio.						
(*) Poco rilevante; presente nei massicci del Gran Sasso e della Maiella nell’Appennino abruzzese interamente impostati sul versante adriatico.							

A questo punto sarebbe interessante esaminare le curve ipsografiche dei principali bacini nelle diverse aree geografiche italiane, ma ciò sarebbe troppo impegnativo rispetto agli scopi del presente rapporto. Ci limitiamo pertanto ad osservare come sono distribuiti i limiti massimi altitudinali (o apici altitudinali "Ap") rispetto a quelli climatici sopra descritti (fig. 18).

Ap > LCsp ⇒ Presenti soprattutto nelle Alpi occidentali e centrali, dal bacino del Tanaro (3.297 m s.l.m.) per tutto il versante alpino alla sinistra del Po fino al bacino dell'Adige (3.736 m s.l.m.; unico delle Alpi orientali e diretto tributario dell'alto Adriatico). Sono frequenti i regimi idrologici nivoglaciali, soprattutto nelle testate dei bacini, ma che talora caratterizzano alcuni corsi d'acqua fino in pianura o addirittura alla foce (Dora Baltea e Adige).

Ap > LC0y ⇒ Presenti su tutta la catena alpina; limite tra le Alpi e l'Appennino (2.651 m s.l.m.) e chiude, verso Est, con l'apice 2.863 m s.l.m. del bacino dell'Isonzo. I regimi idrologici nivopluviali sono i più frequenti e caratterizzano quasi tutti i bacini alpini (quando non sono, seppure meno frequentemente, di tipo nivoglaciale). I massicci del Gran Sasso (2.914 m s.l.m.) e della Maiella (2.795 m s.l.m.) costituiscono un insieme, arealmente poco esteso, dell'Appennino abruzzese, interamente impostato sul versante adriatico; le testate dei bacini del Vomano e del Sangro pertanto presentano, in testata, regimi idrologici di transizione tra il nivopluviale ed il pluviale. Tale fenomeno è più evidente per l'Aterno/Pescara scorrente, nel primo tratto, parallelamente alla catena appenninica (NW - SE) per essere alimentato prima dal versante occidentale del Gran Sasso; quindi riceve i contributi del versante Nord della Maiella per piegare decisamente (SW - NE) verso il mare; si tenga conto che i due massicci sono gli unici appenninici che conservano tracce dell'ultima glaciazione; ancora oggi è presente (o forse scomparso) il ghiacciaio del Calderone, tradizionalmente considerato come quello più meridionale d'Europa. Il bacino dell'Aterno/Pescara presenta quindi una porzione areale superiore al limite dello zero termico medio annuo non trascurabile; esso, almeno nel suo tratto

superiore, è probabilmente l'unico del versante adriatico dell'Appennino caratterizzato da un regime idrologico assimilabile al nivopluviale.

Ap > LC0w ⇒ Presenti sulla porzione occidentale dell'Appennino tosco-emiliano, dal bacino del Trebbia a quello del Panaro (tributari di destra del Po) e dal torrente Taggia al Serchio nel versante opposto, tributari diretti del mare; sono praticamente assenti gli Ap > 2.000 m s.l.m. con l'eccezione dei massicci dell'Alpe di Succiso (2.017 m s.l.m.) e dell'Abetone (2.065 m s.l.m.) sullo spartiacque tra la Toscana settentrionale e l'Emilia Romagna (Apuane). Presenti sullo spartiacque dell'Appennino centrale, dal bacino del Tronto (Marche) a quello del Sangro (Abruzzo) sul versante adriatico e dai Bacini del Nera/Velino (Tevere), alla porzione settentrionale del Volturno. Apici altitudinali superiori al limite dello zero termico del trimestre invernale verso Sud si ripresentano sul Massiccio del Pollino (che in parte alimenta i corsi d'acqua del Sud/Ovest della Basilicata; es. Sinni ed Agri) e sui monti della Sila che alimentano i brevissimi e ripidi torrenti della Calabria. Soltanto nelle testate dei bacini più elevati si possono riscontrare regimi idrologici assimilabili al nivopluviale, mentre sono dominanti i regimi di transizione e soprattutto quelli francamente pluviali.

Ap > LC0j ⇒ Presenti sull'Appennino ligure piemontese (bacini del Bormida e Scrivia sul versante padano) e sull'Appennino tosco/emiliano centrale e meridionale, dal bacino del Reno all'Esino sul versante adriatico e del bacino dell'Arno (Toscana) e medio superiore del Tevere (Umbro) su quello tirrenico. Presenti inoltre nell'Appennino campano e sulle creste che fungono da spartiacque tra i versanti adriatico, ionico e tirrenico. Sono presenti esclusivamente regimi idrologici di tipo francamente pluviale.

È possibile proporre una sintesi di quanto sopra descritto.

- Si individua la fascia di pertinenza alpina sul versante padano e del triveneto, l'unica con apici altitudinali compatibili con regimi idrologici nivoglaciali (> 3.000 m s.l.m.) e nivopluviali (> 2.500 m s.l.m.). Tutti i principali bacini presentano tali caratteristiche, non solo nelle medie ed alte valli, ma fino allo sbocco in pianura, talora anche fino alla foce nel Po o nell'alto Adriatico. Sono anche presenti, come interbacini minori, pedemontani e/o collinari, areali caratterizzati da fasce altimetriche decisamente inferiori (< 1.500 m s.l.m.), ove prevalgono bilanci idrologici francamente pluviali, seppure decisamente meno diffusi rispetto ai precedenti.
- Si individua la fascia appenninica sui versanti tirrenico dell'alta Toscana e padano dell'Emilia Romagna occidentale con apici altitudinali superiori al limite climatico dello zero termico invernale (> 1.700 m s.l.m.) compatibili con regimi idrologici nivopluviali, ma esclusivamente in testata dei bacini. Caratteri analoghi ai riscontrano nell'appennino abruzzese (esclusivamente nel versante adriatico), nell'Appennino molisano/campano ed in quello calabro settentrionale.
- Negli Appennini ligure-piemontese, tosco/emiliano centrale e meridionale e campano e sulle creste spartiacque tra i versanti adriatico, ionico e tirrenico risultano apici altitudinali ancora inferiori, compatibili esclusivamente con bilanci idrologici francamente pluviali.

In un capitolo successivo verrà approfondito meglio l'aspetto dei regimi idrologici ai quali si è sopra accennato in funzione dell'altimetria. Vi sono ancora altri aspetti legati alla morfologia del territorio ed in particolare il profilo trasversale delle Alpi e degli Appennini.

In **fig. 19** una linea rossa individua lo spartiacque che separa il versante Nord (Francia, Svizzera e Austria) da quello interno (Italia). Una linea gialla evidenzia la curva di livello 500 m s.l.m., grosso modo il limite climatico dello zero termico medio di gennaio, limite inferiore del territorio montano. Il territorio compreso tra le due linee rappresenta, seppure con una certa approssimazione, la fascia montana alpina sul versante italiano. La sezione trasversale della porzione occidentale dell'arco alpino, dal Tanaro al Sesia, quello che presenta i più elevati apici altitudinali, è significativamente meno estesa, circa la metà rispetto a quanto accade per le Alpi centrali (dal Toce all'Adda) e meno di un terzo rispetto alle Alpi orientali, dal bacino dell'Oglio verso Est.

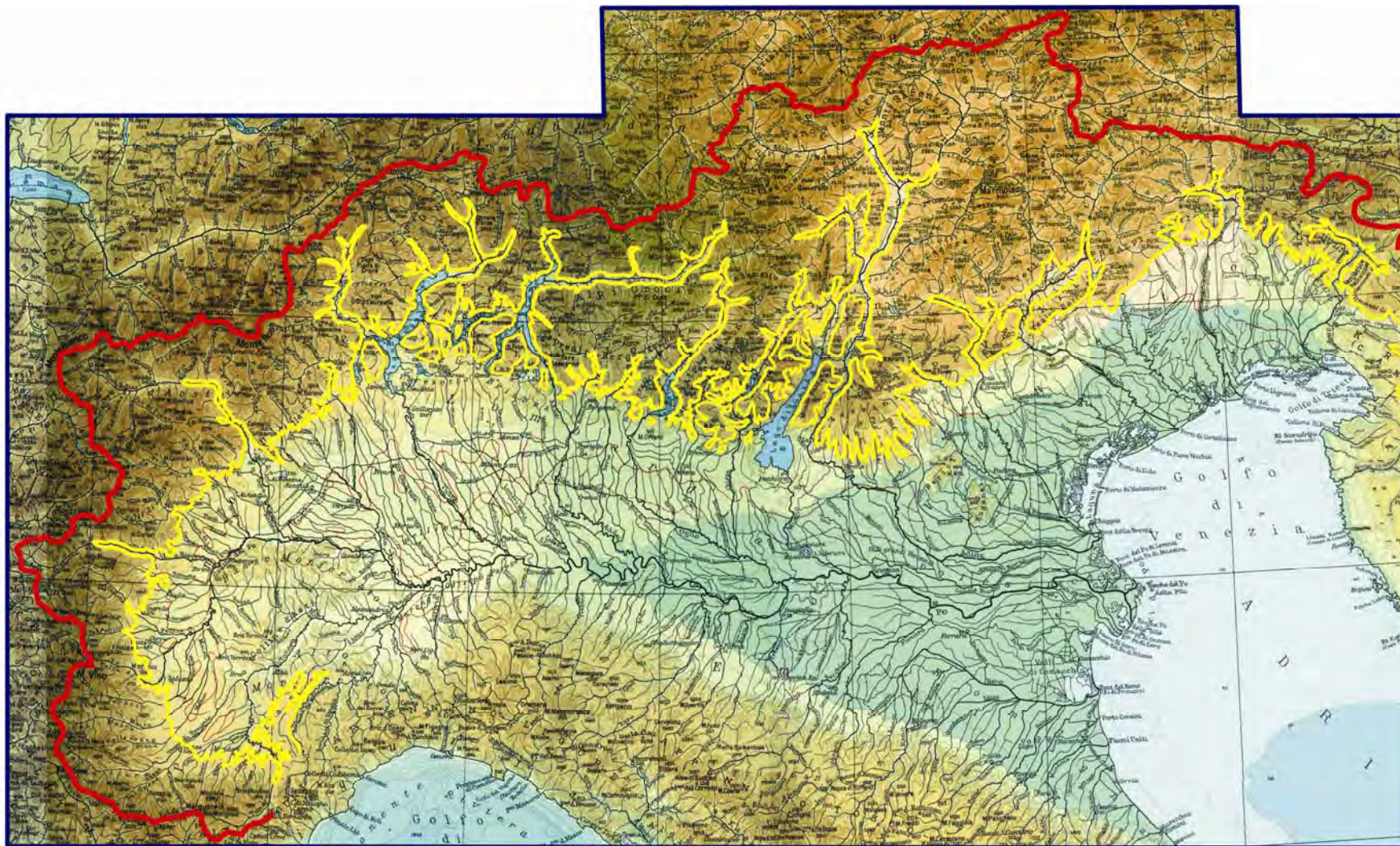


Fig. 19 - In questa rappresentazione della catena alpina sono evidenziati in rosso lo spartiacque che separa il versante Sud (che drena le acque sull'alto Adriatico) da quello esterno ed in giallo la curva di livello 500 m s.l.m., assunto quale limite inferiore del territorio montano.

Questa situazione comporta la presenza, sulle Alpi occidentali, di un reticolo idrografico caratterizzato da incisioni molto ripide (con frequenti salti invalicabili per i pesci), con acque “veloci” (molto cariche di energia ed elevata capacità di trasporto solido) e relativamente “fredde” (per la formazione dei deflussi in fasce altimetriche elevate). Tali caratteri, data la brevità dei corsi d’acqua delle principali vallate, si conservano in buona parte allo sbocco in pianura, anche più a valle, spesso fino alla confluenza con il Po. Ciò comporta una sorta di “compressione” verso valle della tipica zonazione ittica; quasi viene a mancare quella a ciprinidi limnofili o a deposizione fitofila o ciprinicola inferiore a seconda delle varie espressioni utilizzate nel campo dell’ittologia.

Verso Est la catena alpina si allarga notevolmente, le principali vallate si allungano verso Nord o Nord/Est e si affacciano sulla pianura dopo aver attraversato la fascia prealpina, praticamente assente nelle Alpi occidentali. Le acque scorrono un po’ meno veloci verso valle ed hanno più tempo per scaldarsi ed ad esclusione delle medie ed alte fasce altimetriche, sul reticolo idrografico sono meno frequenti i salti invalicabili per l’ittiofauna. La zonazione ittica si “distende” meglio su tratti fluviali più o meno omogenei maggiormente estesi e la colonizzazione da parte dell’ittiofauna si spinge un poco più a monte rispetto a quanto accade ad occidente. Questi caratteri emergono in modo più evidente nelle Alpi orientali, dove gli apici altitudinali sono meno elevati, quindi con versanti delle testate dei bacini un po’ meno acclivi.

Rimanendo sulla catena alpina merita evidenziare la disimmetria dello spartiacque che separa i due versanti esterno (che si affaccia sull’Europa continentale) ed interno (che si affaccia sull’Italia). Il versante esterno (**fig. 20**) è significativamente più ampio e meno ripido; pertanto la colonizzazione da parte dell’ittiofauna verso monte, sotto il profilo morfo-idraulico, può avvenire più facilmente e tale aspetto risulta particolarmente evidente per la porzione più occidentale delle Alpi.

Un altro aspetto orografico evidente è la disimmetria dell’Appennino dell’Italia centrale (soprattutto quello toscano - emiliano ed in parte quello umbro - marchigiano e del Lazio, cioè nella porzione più “larga” della nostra penisola) per motivi tettonici illustrati nel secondo capitolo del presente rapporto. Anche dall’esame della **fig. 18** risulta evidente l’allineamento dello spartiacque che separa i due versanti adriatico e tirrenico decisamente spostato verso Est. La **fig. 21** permette alcune valutazioni morfometriche di tale aspetto.

Naturalmente su entrambi i versanti sono impostati diversi reticoli idrografici, tutti con gli stessi apici altitudinali, in quanto comuni; ma mentre i bacini su quello occidentale godono del vantaggio di un’areale significativamente vasto, su quello orientale risulta disponibile una stretta fascia larga appena 50 ÷ 70 km (in linea d’aria tra lo spartiacque e la costa), dalla metà a meno di un terzo rispetto al versante opposto.

Sul versante tirrenico c’è spazio sufficiente per grandi bacini come quello del Tevere secondo, in Italia, al solo bacino del Po, ma occorre citare anche il Volturno, il Liri, l’Ombrone e soprattutto l’Arno, tutti molto più grandi di quelli impostati sul versante adriatico, con l’unica eccezione dell’Aterno/Pescara, ma in ogni caso meno esteso di quelli succitati. Il bacino del Reno merita un discorso a parte, in quanto, “appena” 6.000 anni fa, non sfociava direttamente nell’Adriatico, ma era l’ultimo affluente del fiume Po (cfr. capitolo precedente).

Ovviamente lo spartiacque è comune ai due versanti, i quali quindi “condividono” le stesse fasce altimetriche, ma quello adriatico, per evidenti ragioni geometriche, è generalmente molto più ripido soprattutto nelle alte e medie vallate, dove l’acqua possiede caratteri adatti per le esigenze biologiche dei salmonidi. Ma in tale situazione morfologica i rispettivi reticoli idrografici sono poco sviluppati in termini di lunghezza complessiva cumulata degli alvei fluviali. In altri termini lo spazio areale disponibile per i salmonidi appare insufficiente, ai fini delle migrazioni longitudinali in funzione di esigenze trofiche e riproduttive, della colonizzazione, della dispersione delle popolazioni, del mantenimento di un pool genico adatto per la conservazione delle popolazioni in grado di automantenersi e di adattarsi ai mutamenti ambientali (garantito da una popolazione complessiva numerosa e distribuita su un areale sufficientemente esteso).

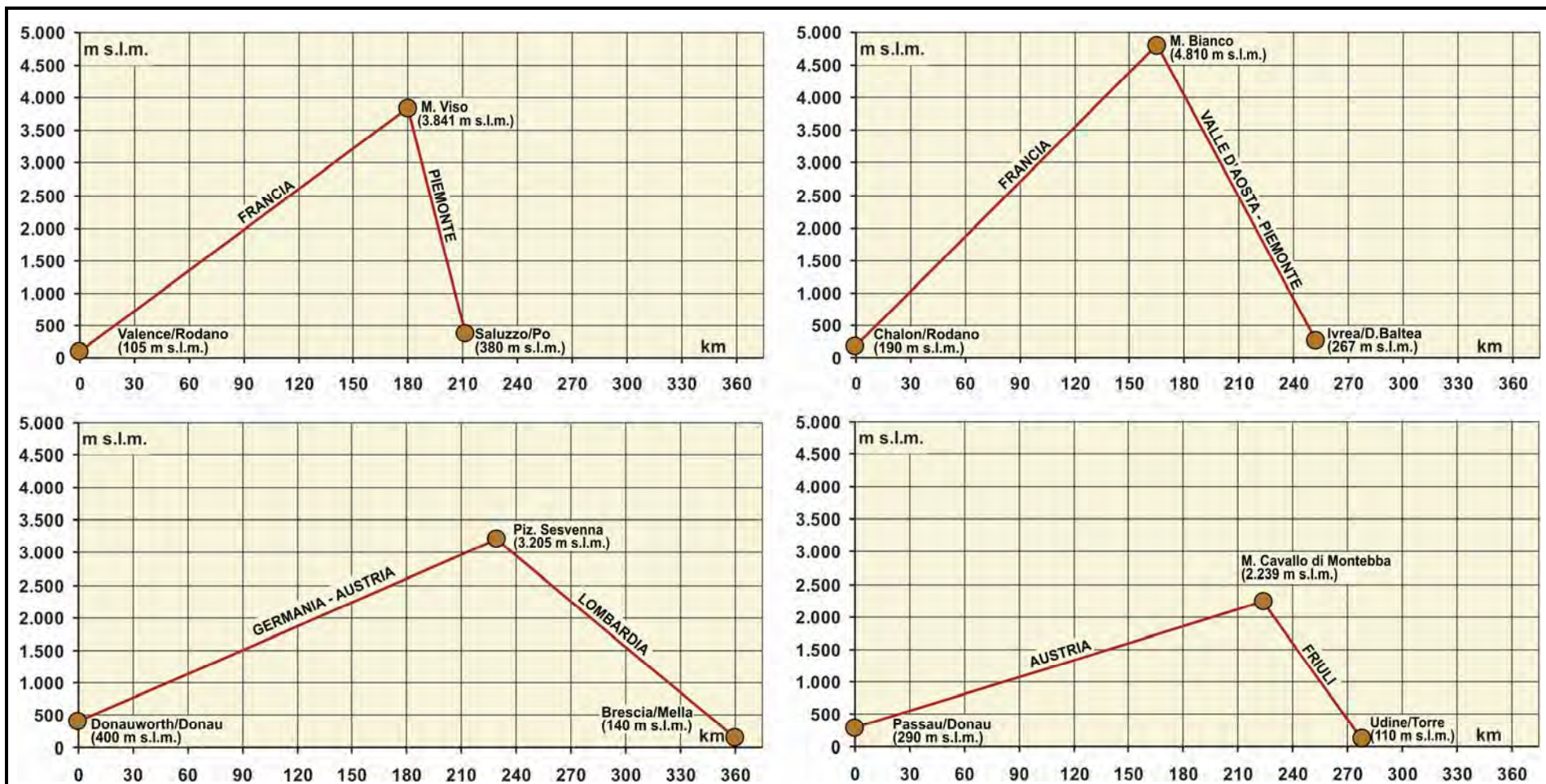


Fig. 20 - Rappresentazioni (molto schematiche) di alcuni profili trasversali delle Alpi, dai quali si osserva la maggiore estensione (e minore pendenza dei versanti e quindi dei corsi d'acqua più facilmente colonizzabili verso monte da parte dell'ittiofauna) della fascia esterna che si affaccia suol'Europa continentale. Tale disimmetria è maggiormente accentuata nelle Alpi occidentali.

La forte acclività del versante adriatico impone una morfologia idraulica caratterizzata da salti naturali invalicabili per l'ittiofauna; ciò riduce fortemente gli areali disponibili per i pesci in modo crescente nelle fasce altimetriche superiori, oltre ad impedire la colonizzazione, da valle, verso ambienti acquatici più congeniali per i salmonidi, cioè caratterizzati dalle massime temperature estive dell'acqua compatibili. Si constata infine un fenomeno fisico paragonabile a quanto già descritto per le Alpi occidentali, cioè una compressione verso valle della zonazione ittica.

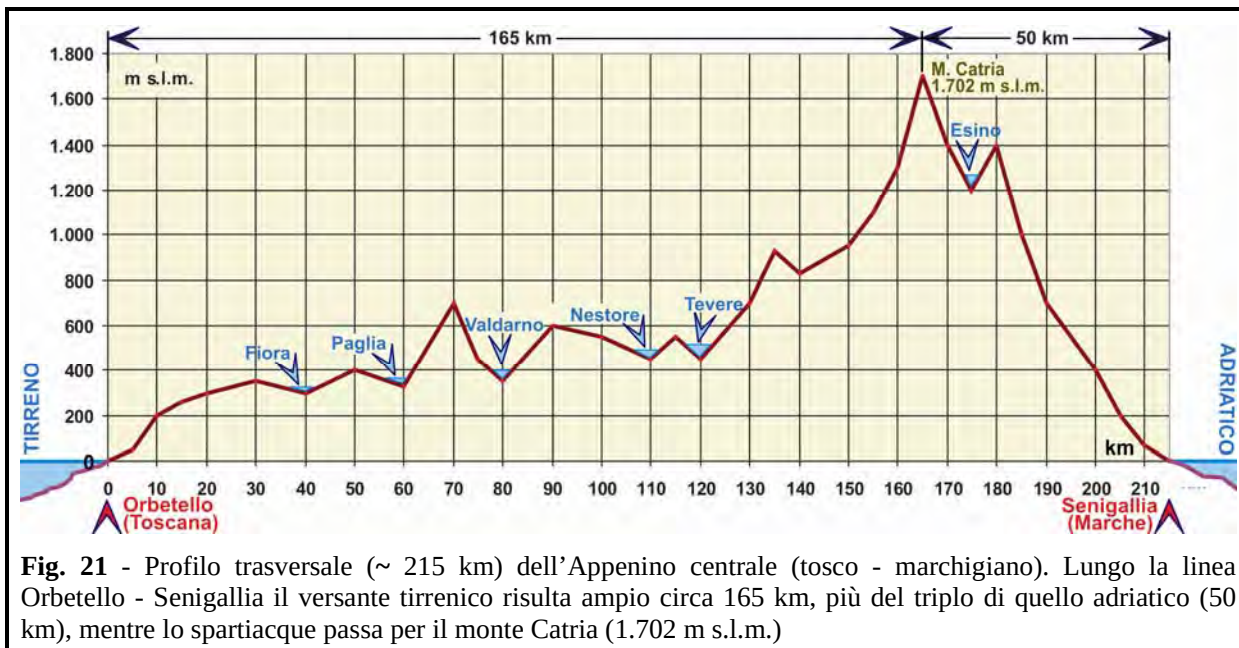


Fig. 21 - Profilo trasversale (~ 215 km) dell'Appennino centrale (tosco - marchigiano). Lungo la linea Orbetello - Senigallia il versante tirrenico risulta ampio circa 165 km, più del triplo di quello adriatico (50 km), mentre lo spartiacque passa per il monte Catria (1.702 m s.l.m.)

Quanto sopra è coerente con l'ipotesi per cui i tratti medi (in molti casi) e superiori (quasi sempre) dei reticoli idrografici del versante appenninico adriatico siano (dovrebbero essere), in natura, privi di ittiofauna, per cui non è possibile individuare delle comunità ittiche di riferimento. Ciò porta a concludere che nel versante adriatico dell'Appennino è difficile ipotizzare la presenza di salmonidi autoctoni, diversamente da quanto accade e per ragioni geografiche-morfologiche opposte, nella Toscana e nel Lazio, ove è coerente l'ipotesi della presenza di salmonidi (*salmo cettii* e/o *ghigii*), ma forse anche più a Sud, fino al bacino del Sele.

Nell'Italia meridionale lo spartiacque appenninico tende a portarsi verso il centro della penisola e con limitati apici altitudinali (**fig. 18**), fino ad arrivare ad una sorta di trivio. Da esso si diparte una modesta catena verso Est a delimitare il versante pugliese sull'Adriatico, privo di reticoli idrografici significativi, da quello ionico. Verso Sud si diparte una catena che si innalza fino ai massicci del Pollino al confine tra Basilicata e Calabria e della Sila; questa presenta apici altitudinali prossimi o addirittura superiori a 2.000 m s.l.m., ma in una fascia molto ristretta della penisola calabrese (appena 90 km in corrispondenza del suo profilo trasversale più ampio); per conseguenza il versante tirrenico si presenta molto ripido e con reticoli idrografici molto ridotti, in condizioni particolarmente difficili per l'ittiofauna.

Condizioni leggermente migliori valgono per il versante ionico-lucano, sia per l'alimentazione delle elevate fasce altimetriche del Pollino e della Sila, sia soprattutto per la maggiore estensione dei reticoli idrografici, ma in una situazione complessiva comunque più complessa e meno favorevole per l'ittiofauna rispetto a quanto sopra descritto per l'Italia centrale e settentrionale.

In sintesi, almeno sotto il profilo morfologico, è assai difficile individuare delle comunità ittiche di riferimento o più in generale indicare le specie tipiche per l'Italia meridionale (Calabria, Basilicata, Puglia e forse Campania, tutta o in parte), cioè a Sud del distretto toско - laziale.

Contemporaneamente l'ipotesi dell'assenza, in condizioni naturali, di salmonidi autoctoni è ancora più probabile rispetto a quanto sopra discusso in riferimento al versante adriatico dell'Appennino.

Quanto sopra illustrato circa alcuni aspetti ittiofaunistici costituisce un insieme di ipotesi formulate sulla base di considerazioni di carattere geografico/morfologico, in parte corredate da informazioni sulle modalità di formazione geologica della penisola italiana (soprattutto delle Alpi e degli Appennini) e sulla storia recente dell'era quaternaria. Per quanto si tratti di contenuti più o meno convincenti è importante riconoscere la necessità di ulteriori argomentazioni utili a fornire un quadro complessivo più esaustivo. Nei prossimi capitoli si esaminano anche i regimi pluviometrici e idrologici, in funzione delle diverse aree geografiche omogenee della nostra penisola.

5 - ELEMENTI PLUVIOMETRICI ED IDROLOGICI

Una materia fondamentale per la descrizione degli ambienti acquatici è sicuramente l'**idrologia**, cioè l'analisi dei volumi d'acqua in gioco nelle zone umide sia stagnanti, sia correnti. Per quanto riguarda i fiumi, occorre ragionare sul **regime idrologico** (andamento delle portate in alveo nel corso delle stagioni) e sulle situazioni di magra (portate minime in alveo), quelle più delicate ai fini della tutela di tali ecosistemi e spesso determinanti nel condizionare le cenosi acquatiche.

La disponibilità di acqua, stagnante o corrente, dipende da numerosi fattori edafici del bacino imbrifero, ma in misura più importante dall'entità e distribuzione delle precipitazioni (**regime pluviometrico**). Per un corso d'acqua, ovvero per l'areale del bacino imbrifero che lo alimenta, quindi occorre esaminare (cfr. **appendice 1**: “*esempi di regimi afflussi/deflussi*”):

- **afflusso meteorico [mm]** - la più importante voce dell'acqua in entrata nel bacino (altra voce potrebbe essere l'ingresso di acqua di origine sotterranea derivante da bacini permeabili adiacenti); è la precipitazione areale media mensile o annuale ricavata dalle osservazioni pluviometriche effettuate, per periodi temporali significativi, dalle stazioni meteorologiche comprese nel bacino e nel suo intorno;
- **deflusso [mm]** - una delle voci in uscita dal bacino (altre voci sono l'evapotraspirazione e le eventuali perdite sotterranee a vantaggio dei bacini permeabili adiacenti); sostanzialmente è l'acqua che scorre nel tratto fluviale oggetto di indagine; è un sistema diverso per indicare la portata, con il vantaggio di poter utilizzare la stessa unità di misura [mm] per tutte le voci del bilancio idrico, rendendo quindi possibili i confronti.

Nell'**appendice 1** (*esempi di regimi afflussi/deflussi*) sono riportate definizioni e numerosi diagrammi quali esempi per illustrare i regimi idrologici caratteristici delle diverse porzioni del territorio italiano. Sono rappresentazioni che descrivono gli andamenti stagionali degli afflussi e dei deflussi.

L'analisi delle intensità e modalità degli afflussi è, di fatto, una descrizione della pluviometria in Italia e costituisce il primo elemento di cui tenere conto ai fini del presente rapporto. In linea di massima, considerando l'**afflusso meteorico medio annuo “ A_{med} ” [mm]** si possono distinguere le seguenti situazioni:

- **$A_{med} > 2.000$ mm**; situazione relativamente rara in Italia; caratterizza le testate dei bacini dalla porzione Nord-orientale del Sesia verso Est, quindi del Toce e delle Alpi centrali e orientali; precipitazioni annuali così abbondanti si riscontrano anche in alcune zone del versante padano dell'Appennino (es. bacini del Taro e dell'Aveto);
- **$A_{med} = 1.500 \div 2.000$ mm**; si possono considerare ancora molto elevate rispetto alla condizione climatica generale dell'Italia e caratterizzano diversi bacini delle Alpi, dell'Appennino ligure/piemontese e le testate dei bacini impostati sui massicci del Gran Sasso e della Maiella.
- **$A_{med} = 1.000 \div 1.500$ mm**; è la condizione più frequente, rinvenibile un po' ovunque sui rilievi, anche di modesta altitudine;
- **$A_{med} < 1.000$ mm**; caratterizza le aree con più scarsa piovosità in Italia, soprattutto quelle di pianura, con valori significativamente inferiori; per esempio 600/700 mm nella media e bassa val Susa ed anche leggermente inferiore nella media e bassa valle d'Aosta; 700/800 mm nella pianura padana; valori paragonabili si riscontrano anche nelle zone di pianura che si affacciano sulle fasce costiere adriatica (in particolare quella meridionale) e ionica.

Più che l'entità annuale degli afflussi meteorici ciò che conta sono le modalità con le quali essi si manifestano nell'arco delle stagioni, cioè i **regimi pluviometrici** la cui analisi viene condotta esaminando la collocazione dei massimi e dei minimi nel corso dell'anno. Facendo riferimento all'**appendice 1** (*esempi di regimi afflussi/deflussi*), si esprimono le seguenti considerazioni:

- **minimo pluviometrico principale invernale**; i regimi con tale caratteristica sono tipici dell'intero versante alpino, dallo spartiacque fino alla pianura padana occidentale e le prealpi lombarde e del triveneto; sostanzialmente la stagione con le piogge più scarse è quella invernale, quando nulli o irrilevanti sono i processi evapotraspirativi e minori sono le esigenze idriche per fini irrigui e civili;

- **minimo pluviometrico secondario estivo;** i regimi dell'intero bacino del Po e del triveneto (sostanzialmente tutta l'Italia settentrionale Liguria esclusa) presentano due minimi, invernale ed estivo; i bacini impostati sull'intero versante alpino presentano il minimo secondario in estate; quindi potrebbero determinarsi, in tale stagione, situazioni di deficit idrici, ma raramente gravi; tale situazione è particolarmente evidente nella porzione occidentale del bacino del Po; man mano verso Est (versante alpino centrale e quindi quello orientale) le piogge estive sono più abbondanti: il minimo secondario tende ad essere meno evidente, fin quasi ad annullarsi; in tali situazioni rimane marcato solo il minimo principale invernale.
- **minimo pluviometrico principale estivo;** si ribadisce la caratteristica fondamentale dei regimi dell'intero bacino del Po e del triveneto (sostanzialmente tutta l'Italia settentrionale Liguria esclusa) che consiste nella presenza di due minimi, invernale ed estivo; prevale il minimo estivo sul versante appenninico che si affaccia sulla pianura padana (Appennino ligure-piemontese e romagnolo) ed interessa la pianura stessa ad eccezione della sua porzione più occidentale; sostanzialmente la stagione con le piogge più scarse è quella estiva, proprio quando più intensi sono i processi evapotraspirativi e maggiori sono le esigenze idriche per fini irrigui e civili;
- **minimo estivo/massimo autunnale;** regimi pluviometrici caratterizzati da un massimo autunnale molto pronunciato; nelle altre stagioni (inverno e primavera) le piogge sono relativamente elevate o almeno sono tali da rendere molto improbabili situazioni di deficit idrico; l'unico minimo cade in estate ed è molto pronunciato, proprio quando più intensi sono i processi evapotraspirativi e maggiori sono le esigenze idriche per fini irrigui e civili; tale regime caratterizza soprattutto la Liguria e, seppure in modo meno accentuato, il versante Appenninico sull'alto e medio adriatico (dal romagnolo-marchigiano all'abruzzese-molisano) e sull'alto Tirreno (Toscana).
- **minimo estivo/massimo invernale;** regimi tipici dei versanti appenninici del basso Adriatico (Puglia) dello Ionio (Basilicata), del basso Tirreno (Lazio meridionale, Campania e Calabria) e delle isole maggiori (Sicilia e Sardegna); presentano un solo massimo molto accentuato in pieno inverno ed un minimo estivo frequentemente assai arido; l'afflusso annuo è spesso relativamente abbondante, ma distribuito in modo da determinare problemi nella gestione delle risorse idriche, abbondanti nella stagione fredda e scarse in quella estiva, quando sono maggiormente necessarie.

Diversamente dal versante alpino ed in parte da quello appenninico occidentale sulla padania, caratterizzati da regimi pluviometrici medi con due massimi nelle stagioni intermedie e due minimi interposti, quelli dell'Italia centro-meridionale presentano un solo minimo estivo ed un solo massimo. Il primo (generalmente più basso rispetto alla padania) si verifica quasi sempre in luglio e tende a valori man mano inferiori verso Sud, mantenendosi comunque superiore a 20 mm alle basse altitudini fino al Molise, Nord-Campania, Gargano, per diminuire rapidamente fino a valori decisamente scarsi, anche meno di 10 mm in Calabria e nel leccese. Il massimo è tardo-autunnale (ma con piogge che permangono relativamente elevate nei mesi successivi) in Toscana, Marche, Umbria ma, procedendo verso Sud, si sposta man mano nell'inverno (dicembre e gennaio).

Il rapporto tra massimo e minimo tende ad aumentare verso il meridione; mentre a Firenze il rapporto tra i valori medi di 114 mm di ottobre e di 23 mm di luglio è pari a 4,9 e ad Ancona è 3,6 (101 mm di ottobre e 28 mm di luglio), si passa a 9,6 di Napoli (125 mm di novembre e 13 mm di luglio), a 6,1 di Bari (115 mm di novembre e 19 mm di luglio) e addirittura a 20 a Reggio Calabria (96 mm di novembre ed appena 5 mm di luglio). A Palermo, a fronte di un massimo medio di oltre 150 mm in dicembre, risulta una precipitazione mensile di luglio di appena 6 mm, con un rapporto tra i due valori pari a 25. Nelle aree montane gli afflussi meteorici medi annui sono poco superiori a quelli delle fasce altimetriche inferiori, con minimi estivi meno pronunciati e valori medi mensili di luglio raramente inferiori a 30 mm. Non risulta una particolare distribuzione delle precipitazioni medie annue che permetta di distinguere i due versanti dell'Appennino o in funzione della latitudine; piuttosto risulta un minimo (intorno a 600 ÷ 800 mm) nella Puglia e nella Basilicata orientale che si distingue abbastanza nettamente rispetto all'Italia centro-meridionale.

La descrizione dei regimi pluviometrici è utile per una corretta descrizione e interpretazione di quelli idrologici, fondamentali nel condizionare le cenosi acquatiche. Certamente conta la portata media annua di ogni corso d'acqua, ma anche in questo caso è ancora più importante il modo con il quale i

deflussi si distribuiscono nell'anno, ovvero nelle diverse stagioni. Possiamo perciò distinguere diverse tipologie di **regimi idrologici**.

- RIng - Regime Idrologico nivoglaciale;** con unico minimo invernale (gennaio - febbraio) e unico massimo estivo (giugno - luglio) fortemente condizionato dal regime termico responsabile dell'ablazione dei ghiacciai e dei nevai nelle fasce altimetriche superiori del bacino (oltre il limite climatico delle nevi persistenti); presente in tutto il versante alpino; più frequente in quello occidentale, in particolare nelle testate dei bacini; in qualche caso (Dora Baltea e Adige) si riscontra fino in pianura. È assente in ogni altra parte d'Italia.
- RInp - Regime Idrologico nivopluviale;** il regime dei deflussi risponde a quello degli afflussi, ma con i primi che si mantengono elevati anche all'inizio dell'estate, fino a superare le quantità di acqua meteorica per il contributo della fusione delle nevi accumulate nell'inverno; tale effetto perdura tanto più a lungo (anche fino a tarda estate) tanto più elevate sono le fasce altimetriche superiori (oltre il limite climatico dello zero termico medio annuo); presente in tutto il versante alpino (dove costituisce la tipologia più frequente), esclusivamente nelle testate dei più elevati bacini sull'Appennino ligure-piemontese sul versante padano (soprattutto nella sua porzione occidentale) e sull'Appennino centrale (soprattutto intorno ai massicci del Gran Sasso e della Maiella). Nell'**appendice 1** (*esempi di regimi afflussi/deflussi*) e ad esclusione della Dora Baltea e dell'Adige, sono tutti i diagrammi che presentano un'area azzurra, ad indicare il surplus idrico nei mesi con coefficiente di deflusso superiore all'unità. In tale situazione risulta anche il bacino del Roia, raro esempio di regime nivopluviale che si affaccia direttamente sul mare.
- RIpc - Regime Idrologico pluviale continentale;** il regime idrologico segue un andamento parallelo a quello delle precipitazioni di tipo continentale, con un minimo principale invernale e con minimo secondario estivo piuttosto elevato; caratterizza soprattutto l'area pedemontana e di pianura di parte della Lombardia (soprattutto quella orientale) e del triveneto. Si tratta di una condizione certamente favorevole per le cenosi acquatiche.
- RIpe/1 - Regime Idrologico pluviale con minimo estivo;** è condizionato esclusivamente da quello pluviometrico e caratterizzato da un evidente minimo estivo; la minima portata estiva difficilmente è inferiore a 2 L/s/km^2 ; interessa i bacini interamente collinari e di pianura della sinistra del bacino del Po e del triveneto, la fascia montana superiore (soprattutto occidentale) dell'appennino sul versante padano e su quello Nord-tirrenico (Toscana e Lazio settentrionale) e la zona dei massicci del Gran Sasso e della Maiella.
- RIpe/2 - Regime Idrologico pluviale con forte minimo estivo;** regime idrologico condizionato da quelli pluviometrici appenninici; la minima estiva è inferiore a 2 L/s/km^2 (ed anche meno nei bacini piccoli e medi con scarso sviluppo delle fasce altimetriche superiori); interessa la fascia pedemontana e di pianura del versante appenninico dell'alto e medio Adriatico, del medio Tirreno (basso Lazio e Campania) e le montagne della Sila e del Pollino. Condizioni idrologiche estive piuttosto difficili per le cenosi acquatiche.
- RIpe/e - Regime idrologico mediterraneo;** regime idrologico condizionato da quello pluviometrico tipico del basso Adriatico, dello Ionio e delle isole maggiori. Unico massimo con portate molto elevate nell'inverno ed unico minimo estivo molto pronunciato, caratterizzato molto frequentemente da forti deficit idrici. Condizioni idrologiche estive molto difficili per le cenosi acquatiche.

Rispetto a quanto sopra descritto è possibile evidenziare alcune caratteristiche idrologiche che potrebbero rivelarsi importanti nel condizionare la biologia, soprattutto riproduttiva, delle diverse specie ittiche d'acqua dolce. In sintesi si tratta di rimarcare le stagioni idrologiche dominate dai deflussi più elevati (maggiore frequenza di eventi di piena), quelle di accentuata magra estiva (condizioni di maggior rischio per gli ecosistemi fluviali ed anche per le cenosi acquatiche) e quelle di "calma idrologica" (assenza o minore frequenza di eventi idrologici estremi).

- Tutto, o quasi, il versante alpino, dal medio e alto bacino del Tanaro, quindi della sinistra idrografica del Po e del triveneto, è dominato da regimi nivoglaciali e soprattutto nivopluviali. Gli eventi di piena si manifestano in prevalenza nelle stagioni intermedie, con qualche caso in estate

nei bacini più piccoli. Novembre è l'ultimo mese con deflussi abbondanti; a partire dal dicembre inizia la calma idrologica coincidente con il minimo principale del regime che perdura fino a tutto marzo; in aprile le portate aumentano, ma gradualmente. Deflussi importanti si registrano a partire dal maggio. Il minimo estivo non è quello principale; ciò consente un certo "contenimento" delle temperature massime dell'acqua; anzi merita osservare inoltre che, verso Est, aumentano le precipitazioni estive, tanto che risulta talora ben poco evidente il minimo secondario estivo.

- I bacini del versante appenninico padano e quelli del versante ligure presentano caratteri analoghi, con regimi idrologici di tipo pluviale. Anche per essi il mese di novembre è l'ultimo mese con deflussi più abbondanti ed anzi costituisce il massimo principale (più evidente sul versante ligure). Dicembre registra una evidente diminuzione, ma le portate negli alvei fluviali rimangono ancora abbondanti (dicembre è il secondo mese dopo novembre per abbondanza delle precipitazioni e dei deflussi). Nei restanti mesi invernali (limitatamente al bimestre gennaio/febbraio) risulta il minimo secondario, ma con portate relativamente abbondanti e con rischio, seppure limitato, di eventi di piena. In primavera risulta un modesto incremento dei deflussi che precede il netto minimo principale estivo, quindi condizioni favorevoli per temperature dell'acqua relativamente elevate.
- I bacini del versante appenninico sull'Adriatico appartengono tutti al tipo pluviale (salvo qualche esempio di nivopluviale nelle testate dei bacini impostati sui massicci del Gran Sasso e della Maiella) con massimo principale ancora in novembre, ma che tende a spostarsi in dicembre verso Sud. Nella seconda parte dell'inverno le portate si riducono, ma rimangono comunque piuttosto abbondanti senza incrementi significativi nella primavera o addirittura in leggera diminuzione verso Sud. I principali eventi di piena si manifestano più frequentemente nel tardo autunno ed all'inizio dell'inverno. Il minimo estivo è particolarmente pronunciato, fino a condizioni di forte deficit idrico più evidenti man mano verso Sud.
- I bacini del versante appenninico sul medio e alto tirreno (distretto tosco-laziale) appartengono prevalentemente al tipo pluviale. Sono tuttavia presenti fasce altimetriche superiori ai 1.500 m s.l.m. relativamente estese, soprattutto nella Toscana meridionale e nel Lazio; pertanto si riconoscono non pochi esempi di regimi assimilabili al nivopluviale. In tutto il distretto il minimo principale si colloca in piena estate, quindi con rischio di elevate temperature dell'acqua, ma quasi esclusivamente nei tratti terminali dei principali corsi d'acqua a monte delle foci in mare. Il massimo principale si colloca nell'autunno (novembre), stagione nella quale si manifestano più frequentemente gli eventi di piena; tale massimo risulta comunque meno pronunciato rispetto a quanto accade negli altri versanti appenninici. Risulta una riduzione dei deflussi più o meno brusca in dicembre, quindi una ulteriore riduzione relativamente evidente in gennaio; nei mesi successivi le portate tendono ad aumentare ma senza evidenziare un vero e proprio massimo secondario.
- I bacini del versante dell'appennino pugliese, lucano, campano e calabrese (un po' tutta l'Italia meridionale) e delle due isole (Sicilia e Sardegna) presentano regimi francamente pluviometrici. Le fasce altimetriche più elevate, anche oltre i 2.000 m s.l.m. del Pollino e della Sila (o dell'Etna), impostati su versanti molto acclivi, presentano superfici molto modeste, insufficienti per condizionare, in modo significativo, i regimi idrologici. Risultano, molto spiccati, un unico massimo invernale (soprattutto dicembre) ed un unico minimo estivo (luglio). Le portate invernali sono molto elevate, già da novembre e perdurano ancora in marzo; quelle estive sono particolarmente esigue, spesso caratterizzate da forti deficit idrici. Tali regimi sono tipici delle cosiddette "fiumare", cioè condizioni molto critiche per le cenosi acquatiche.

In linea generale i regimi idrologici dei corsi d'acqua alimentati dai versanti appenninici sono quasi tutti spiccatamente pluviali e con andamento che risente direttamente dei regimi pluviometrici sopra descritti. Risultano portate cospicue tardo-autunnali e invernali e portate medie estive decisamente inferiori. Le scarse piogge della stagione più calda, unitamente ai cospicui processi evapotraspirativi, determinano portate di magra molto scarse, con valori specifici quasi sempre inferiori a $0,5 \div 1,5$ l/s/km² ed ancor meno. Questi aspetti, verso Sud, si fanno sempre più pronunciati; nell'inverno i fiumi diventano impetuosi e caratterizzati da forti carichi detritici, mentre in estate si trasformano in "riganoli" d'acqua con alvei che si asciugano in diversi tratti; si tratta di situazioni che rendono difficile il mantenimento di comunità ittiche.

Sul versante adriatico il Biferno presenta già caratteri di fiumara, seppure limitatamente (l'altitudine massima supera, seppure di poco, i 2.000 m s.l.m.). Verso Sud il fenomeno si accentua, anche per lo scarso effetto di valano idrologico per l'assenza di fasce altimetriche elevate (altitudini massime di 1.150 m s.l.m. per il Fortore e 1.493 m s.l.m. per l'Ofanto) e bacini di estensioni relativamente limitate. Le fiumare più caratteristiche sono quelle del versante ionico, ma i cui effetti sono parzialmente limitati dalle fasce altimetriche leggermente più elevate che caratterizzano i culmini del Pollino. Sul versante tirrenico le fiumare caratterizzano soprattutto la Calabria. Solo sulle testate dei bacini impostati sulla porzione occidentale dell'Appennino tosco-emiliano (Serchio sul versante tirrenico) e sui rilievi intorno al Gran Sasso (Velino sul versante tirrenico e Vomano, Pescara, Sangro,... su quello adriatico) possono risultare regimi di tipo nivopluviale (o di transizione con quello pluviale).

I regimi idrologici fin qui descritti si riferiscono alla condizione climatica attuale, cioè quella del post-glaciale würmiano, ma è importante anche tentare una descrizione, seppure sommaria ed ipotetica, dei regimi idrologici durante le glaciazioni, in particolare l'ultima (Würm). In questo modo si ottengono ulteriori elementi a disposizione per interpretare l'attuale distribuzione dell'ittiofauna.

Sappiamo che, durante l'ultima fase glaciale, il limite climatico delle nevi persistenti era decisamente più basso rispetto all'attuale 2.900/3.100 m s.l.m. del versante italiano delle Alpi. Sono state avanzate diverse ipotesi e forse il valore più plausibile potrebbe essere 1.500 m s.l.m. Le fasce altimetriche poste sopra quella quota sono sufficientemente estese per permettere, in quell'epoca, grandi accumuli di neve e ghiaccio tali da innescare la formazione di estesi ghiacciai, con spessori fino a 2.000 m per i più grandi. In tali condizioni, considerando che i torrenti montani erano inesistenti in quanto occupati dal ghiaccio, tutti o quasi i corsi d'acqua di pianura della fascia sinistra del Po, compresi i bacini del triveneto (che allora confluivano nel fiume Po stesso invece che nell'alto Adriatico come accade attualmente; **figg. 5B e 7**) erano caratterizzati da regimi idrologici nettamente nivoglaciali. Sostanzialmente un minimo invernale molto pronunciato, con portate molto ridotte ed acque molto fredde e limpide, probabilmente a partire da ottobre fino all'aprile o addirittura all'inizio del maggio. Le portate erano particolarmente abbondanti in estate, con acque evidentemente ancora fredde (difficilmente superiori a 10 °C o poco più) e soprattutto "torbide", cioè cariche di lehm, il caratteristico limo glaciale, costituito prevalentemente da silt (granulometria intermedia tra l'argilla e la sabbia). Si tratta di condizioni certamente difficili, paragonabili a quelle che oggi riscontriamo nei tratti fluviali di pianura della Dora Baltea e dell'Adige, ambienti adatti a comunità ittiche salmonicole (o meno difficilmente tollerabili da parte di tali comunità).

Il limite delle nevi persistenti dell'Appennino era forse compreso nella fascia 1.500/2.000 m s.l.m., crescente verso Sud. Considerando lo scarso sviluppo altimetrico di tali montagne, le aree sopra quella quota sono poco estese per consentire (allora) sufficienti accumuli di neve e ghiaccio per innescare significativi fenomeni di glacialismo. A parte il piccolo ghiacciaio (per quel poco che rimane) del Gran Sasso, rispetto agli Appennini sono ben pochi i resti di morfologie associabili a fenomeni di glacialismo (circhi e morene). Tracce sono presenti, per esempio, in val Parma ed in val Cedre; quelle più meridionali del glacialismo würmiano in Italia sono state rinvenute sul Monte Pollino e sulla Sila. In ogni caso, anche senza lo sviluppo di veri e propri ghiacciai, date le condizioni climatiche molto più rigide, gli accumuli invernali di neve sull'Appennino dovevano essere notevoli, anche se venivano fusi completamente (o quasi) nella stagione "estiva".

Possiamo perciò ipotizzare che i fiumi del versante appenninico sul bacino del Po (quello che si estendeva verso Sud fin quasi all'altezza dell'attuale Ancona per la regressione del livello marino) e del versante dell'alto e medio tirreno (distretto tosco-laziale) fossero caratterizzati, in modo prevalente, da regimi di tipo nivopluviale, quindi "accessibili" o "adatti" per comunità ittiche non solo salmonicole. Tali regimi erano forse presenti, ma non dominanti, anche sull'Appennino ligure (meno freddo per l'effetto mitigatore del mare) e su quello meridionale, dove invece erano forse più frequenti i regimi di tipo pluviale, seppure con minimi estivi meno pronunciati degli attuali.

Il regime idrologico certamente è uno degli elementi più importanti nel condizionare la distribuzione dell'ittiofauna, in termini di composizione delle popolazioni delle diverse specie e delle condizioni

biologiche (consistenza demografica e biomassa) delle stesse, soprattutto per un territorio, come quello italiano, fortemente condizionato dalla forte variabilità climatica delle stagioni.

Ad esclusione dei regimi nivoglaciali ed in buona parte anche di quelli nivopluviali, tutti i bacini appenninici e quelli collinari e/o di pianura, cioè la gran parte, presentano regimi idrologici di tipo pluviale, con evidente minimo estivo, molto spesso con contributi specifici inferiori a 1 L/s/km², ma sono presenti situazioni, soprattutto nel meridione (Puglia, Basilicata, Calabria) e nelle due isole maggiori, con tratti di alvei totalmente asciutti nel culmine della stagione calda. È evidente che tali condizioni sono quelle più delicate per i corsi d'acqua. Poca acqua in alveo in piena estate significa minore turbolenza (minori scambi gassosi con l'aria e più facile crescita delle piante acquatiche ed alghe) e temperature più elevate (inadatte per molte specie ittiche, quali soprattutto salmonidi ed altre spiccatamente reofile); soprattutto rischio più elevato per inquinamento.

Le portate di piena, in termini di entità e distribuzione media nell'anno, costituiscono un altro aspetto del regime idrologico. Si tratta di situazioni caratterizzate da valori elevati delle portate. Nelle analisi statistiche pochi giorni con fenomeni di piena condizionano il calcolo delle medie in misura più importante rispetto ai giorni molto più numerosi con portate inferiori. Pertanto quasi sempre le stagioni con le maggiori portate medie mensili sono anche quelle nelle quali sono più frequenti i fenomeni di piena, compresi quelli più devastanti. Ciò è in gran parte vero per i regimi nivoglaciali e nivopluviali ed è praticamente la “regola” per quelli pluviali.

La piena comporta acque torbide, cioè un carico solido elevato, soprattutto pelitico ed argilloso, sicuramente nocivo per le delicate superfici adibite agli scambi gassosi degli apparati respiratori degli organismi acquatici. Ma le manifestazioni delle piene fanno normalmente parte della natura dei fiumi e ad esse le cenosi acquatiche si sono ben adattate. In fondo tali fenomeni sono transitori e di durata relativamente breve, sebbene con modalità diverse in funzione della litologia (cfr. cap. 2) e della morfometria (cfr. cap. 4) dei bacini.

Ciò che preme mettere in evidenza è il concetto fondamentale per cui i periodi stagionali nei quali le manifestazioni di piena sono più frequenti sono quelli che possono comportare situazioni di stress per le cenosi acquatiche, in modo ovviamente tanto più accentuato, quanto più intense sono tali manifestazioni. Soprattutto perché spesso, oltre al carico solido fine siccitato, sono presenti in sospensione in acqua e/o a “rotolare” sul fondo, detriti grossolani, non solo sabbia, ma anche ghiaia e talora massi. In tali situazioni gli alvei vengono letteralmente stravolti e non solo in occasione delle piene più eccezionali. Si tratta di condizioni difficili anche per i pesci, comprese le specie con maggiori capacità natatorie. Vale quindi la seguente considerazione: per qualunque specie ittica conviene entrare in una “difficile” stagione caratterizzata da maggiore rischio di piene idrologiche con una popolazione costituita da adulti e da giovani che abbiano già raggiunto una buona taglia.

Certamente non conviene, per quanto possibile, far coincidere l'inizio della stagione riproduttiva con quella del massimo idrologico. A questo proposito un cenno particolare vale per i salmonidi, i cui areali naturali di distribuzione costituiscono argomento molto dibattuto. La “scelta” riproduttiva di questi pesci è stata quella di produrre un minor numero di uova, ma decisamente più grandi. Ciò perché, in ambienti solitamente difficili per intensità delle correnti (turbolenza idrica), variabilità idrologica, prevalenza di prede (soprattutto macroinvertebrati) di maggiori dimensioni, come è tipico dei corsi d'acqua alimentati, con acque meno calde, da bacini con fasce altimetriche elevate, alla schiusa delle uova, “conviene” avere larve con un capace sacco vitellino, in grado di alimentare le larve stesse più a lungo. Allo stadio di avannotto, con sacco vitellino completamente riassorbito, risulta un individuo in grado di sostenersi da solo in un ambiente difficile, all'inizio della stagione trofica ed alla fine della stagione di magra o almeno idrologicamente più o meno stabile.

Nei corsi d'acqua a regime nivoglaciale e nivopluviale (versante alpino), quelli con maggiori potenzialità idriche ed acque meno calde in estate, quindi adatte per i salmonidi e per altre specie spiccatamente reofile, la stagione autunnale è quella con più frequenti eventi di piena. Attenzione! Ciò non significa alta probabilità di tali eventi ogni anno; diversi autunni sono idrologicamente molto “tranquilli”. Ma quelle manifestazioni, come sopra accennato, incidono in misura notevole nel calcolo delle medie dei deflussi, tanto da evidenziare quei mesi come massimi nei regimi idrologici. D'altra

parte non si escludono, seppure molto eccezionalmente, eventi di piena “ritardatari” in dicembre. In sintesi il momento migliore per l’ovodeposizione da parte dei salmonidi risulta il mese di novembre, meglio ancora dalla seconda o terza decade.

È vero che in tal modo è ancora presente un certo rischio di intercettare un evento di piena, ma in tal modo è sfruttabile l’intera stagione invernale, tipicamente costituente il minimo idrologico principale, con acque limpide e tranquille. È anche vero che sono acque fredde, con conseguenti tempi lunghi per la maturazione delle uova, ma dopo la schiusa c’è tutto il tempo necessario per il completo riassorbimento del sacco vitellino, per arrivare allo stadio di avannotto con buone capacità natatorie all’inizio della primavera, quando il regime idrologico tende ad una maggiore turbolenza (effetto combinato della fusione delle nevi invernali e dell’incremento delle precipitazioni), ma anche all’inizio della stagione trofica (incremento delle disponibilità alimentari).

Tutti i bacini appenninici e quelli impostati sulle due isole maggiori, sono caratterizzati da regimi nettamente pluviali (con qualche eccezione di nivopluviali esclusivamente sulle testate più elevate, come nel Gran Sasso e nella Maiella in Abruzzo sul versante adriatico), con netto massimo principale in novembre, ma con portate ancora considerevolmente abbondanti in dicembre. Addirittura, verso Sud il massimo si sposta nettamente nel dicembre stesso, tanto che proprio la stagione invernale risulta la più piovosa, quella con maggiori rischi di eventi di piena anche disastrosi dati i caratteri morfometrici di quei bacini.

Tale aspetti sono un poco meno accentuati nel versante tirrenico, ma risultano ancora determinanti nel pregiudicare le condizioni migliori per la riproduzione dei salmonidi. Tuttavia occorre evidenziare che l’Appennino centrale occidentale (distretto toско-laziale) è sufficientemente ampio (**figg. 18 e 20**) da consentire un buon sviluppo di fasce altimetriche più elevate non troppo ripide e quindi della porzione di reticolo idrografico montano, più facilmente colonizzabile verso monte da parte dell’ittiofauna per minore frequenza di salti invalicabili, come diversamente accade per i versanti molto più acclivi delle altre porzioni della catena appenninica. In tale distretto la “calma idrologica” si manifesta circa un mese dopo quella del versante alpino, seppure con portate più elevate (molto raramente con fenomeni di piena veri e propri). Inoltre nelle fasce altimetriche superiori, colonizzabili dai salmonidi (e non solo), le precipitazioni si manifestano sotto forma di neve che si accumula al suolo per alimentare i deflussi con una fusione relativamente lenta. Caratteristiche simili sono presenti in Sardegna ed anche in Sicilia, seppure meno evidenti, mentre verso Sud della catena appenninica sul versante tirrenico le pendici diventano più ripide, con testate dei bacini via via meno facilmente colonizzabili da parte dei pesci. Analogo discorso (anzi più accentuato) vale per il versante appenninico sull’Adriatico.

6 - AREE FISIOGEOGRAFICHE OMOGENEE

Nei capitoli precedenti si sono illustrati alcuni caratteri fisiogeografici della penisola italiana sulla base di elementi geologici, della storia climatica della quaternario superiore e quindi della particolare morfologia delle Alpi, dei principali elementi morfometrici dei bacini alpini ed appenninici, della pluviometria e soprattutto dei regimi pluviometrici ed idrologici.

Considerando gli stessi elementi descrittivi della natura e del paesaggio italiano è possibile proporre una suddivisione in aree omogenee sotto il profilo fisiogeografico secondo quanto illustrato nello schema seguente (**fig. 22**).

A - Distretto padano-veneto

A1 - Area di pertinenza alpina

A1.1 - Subarea di pertinenza alpina occidentale sul versante padano

A1.2 - Subarea di pertinenza alpina centrale sul versante padano

A1.3 - Subarea di pertinenza alpina orientale sul versante adriatico

A2 - Area di pertinenza appenninica

A2.1 - Subarea di pertinenza appenninica sul versante padano

A2.2 - Subarea di pertinenza appenninica sul versante alto adriatico

B - Distretto ligure

C - Distretto tosco-laziale

D - Distretto appenninico sul versante medio adriatico

D1 - Area di pertinenza del Gran Sasso e Maiella

D2 - Area di pertinenza del Molise

E - Distretto adriatico meridionale

F - Distretto tirreno centrale e campano

G - Distretto ionico

H - Distretto calabrese

Sr - Sardegna

Sc - Sicilia

A - Distretto padano - veneto. Territorio costituito dai tributari dell'alto e medio Adriatico; in Italia dal Po fino all'Isonzo, porzione occidentale della Slovenia e la penisola istriana per l'alto Adriatico; in Italia dal Reno al Vomano e in Croazia verso Sud fino al Krka sul medio Adriatico. Comprende l'intero bacino del Po nella fase di massima regressione marina in periodo glaciale (in particolare Mindel/Riss), esteso fino al margine della fossa meso-adriatica (con limite meridionale costituito dal Vomano sulla sponda italiana e dal Krka su quella croata).

A1 - Area di pertinenza alpina. Fiume Po dalle origini fino alla confluenza con il Panaro (delta escluso), tributari di sinistra e tributari di destra dalle origini alla sezione di confluenza con il Ricchiardo (escluso). Tanaro a monte della sezione di confluenza con il Ridone (escluso), suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra dalle origini al bacino del Rea (compreso). Intero reticolo idrografico del triveneto. La maggior parte dei bacini presentano, sulle testate, fasce altimetriche superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo, spesso anche superiori al limite climatico delle nevi persistenti, con presenze di isole glaciali. Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie (primavera ed autunno) e quasi sempre con minimo principale invernale e secondario estivo; afflussi meteorici generalmente crescenti verso Est. Regime idrologico prevalente nivopluviale, ma sono frequenti anche i regimi pluviali verso la pianura; nelle testate dei bacini più elevati risultano regimi nivoglaciali, talora fino alla pianura (es. Dora Baltea e Adige). La portata specifica di magra normale è mai inferiore a 2 L/s/km^2 , quasi sempre superiore a 5 L/s/km^2 , talora molto più elevata, fino a superare 10 L/s/km^2 .



Fig. 22 - Suddivisione del territorio italiano in aree e subaree omogenee sotto il profilo fisiogeografico. Gli elementi considerati sono: origine geologica e composizione litologica prevalente dei bacini, storia morfologica del paesaggio del quaternario, morfometria dei rilievi e dei bacini, e regimi pluviometrici ed idrologici.

A1.1 - Subarea di pertinenza alpina occidentale sul versante padano. Fiume Po dalle origini fino alla sezione di confluenza con lo Scrivia, tributari di destra dalle origini a monte della confluenza con il Ricchiardo (escluso). Tanaro a monte della confluenza con il Ridone (escluso), suoi tributari di sinistra a monte di detta confluenza e suoi tributari di destra dalle origini al bacino del Rea (compreso). Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, più spesso con quello

primaverile prevalente su quello autunnale o più o meno equivalenti nelle aree montane più elevate nella porzione occidentale, in Valle d'Aosta e nel medio e alto bacino del Sesia; minimo invernale decisamente inferiore a quello secondario estivo. A causa della notevole disimmetria della catena alpina (molto stretta e ripida nel versante italiano; **fig. 19**) risultano corsi d'acqua in fase fortemente erosiva e caratterizzati da notevole trasporto solido in occasione delle manifestazioni di piena. Litotipi predominanti costituiti da rocce cristalline con conseguente limitazione della torbidità delle acque. Zonazione ittica significativamente compressa verso valle. Il limite che separa questa subarea da quella di pertinenza appenninica A2.1 coincide con il passaggio tra le rocce metamorfiche delle alpi occidentali a quelle sedimentarie silicee sciolte delle Langhe; tale aspetto è ben visibile lungo il medio corso del Tanaro.

A1.2 - Subarea di pertinenza alpina centrale sul versante padano. Fiume Po dalla sezione di confluenza con lo Scrivia a quella di confluenza con il Panaro e tutti i bacini tributari di sinistra, prevalentemente in territorio lombardo. Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, più o meno equivalenti o leggermente superiore quello autunnale. Nelle aree montane più elevate risulta una certa influenza del regime continentale, tipico dell'Europa centrale e con massimi di precipitazioni in estate; pertanto i regimi idrometrici, soprattutto quelli alimentati da bacini che si estendono più a Nord, presentano minimi secondari estivi più cospicui. Fascia pedemontana maggiormente estesa rispetto alla subarea occidentale (**fig. 19**), con passaggi più gradualmente tra le zone ittiche. Presenza significativa, nella transizione tra fascia pedemontana e pianura, dei più importanti laghi terminali Sud-alpini (Maggiore, Como, Garda,...), capaci di esercitare un evidente volano idrologico dei principali fiumi della Lombardia (Ticino, Adda, Oglio, Mincio,...). Importante è la presenza di ambienti di risorgiva. Presenza di litotipi con caratteri simili a quelli della subarea occidentale a Nord della linea insubrica, quindi con analoga riduzione della torbidità delle acque (seppure limitatamente alle porzioni medie ed alte dei bacini), ma anche una minore azione erosiva e di trasporto solido verso valle, pur rimanendo comunque cospicua come accade su tutto il versante alpino.

A1.3 - Subarea di pertinenza alpina orientale sul versante adriatico. Bacini ad oriente del Mincio (Garda), fino all'Isonzo (compreso), tributari dell'alto Adriatico (a Nord del delta del Po). Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, ma con quello autunnale prevalente; il minimo principale si verifica nell'inverno, ma meno pronunciato rispetto a quanto accade per le porzioni centrale e occidentale dell'area di pertinenza alpina; anche il minimo estivo è condizionato da precipitazioni più abbondanti per l'influenza del regime continentale tipico dell'Europa centro-orientale; in certi casi addirittura costituisce il massimo secondario. Gli spartiacque delle testate dei principali bacini si sviluppano su fasce altimetriche meno elevate, ma i limiti climatici altimetrici sono leggermente inferiori per l'influenza, soprattutto nella stagione fredda, dei flussi d'aria aventi origine dall'anticiclone euro-siberiano. Presenza rilevante di litotipi calcarei nella cerchia alpina e pedemontana: parte dei regimi idrologici, seppure classificabili nei tipi dell'area di pertinenza alpina, sono influenzati dalla circolazione sotterranea carsica. Di una certa importanza è infine la presenza di risorgive, seppure in misura minore rispetto alla subarea alpina centrale. Altra caratteristica che distingue dall'area di pertinenza alpina è la sbocco diretto in mare di tutti i bacini, ma affluenti del Po fino a 15.000/20.000 anni fa al termine dell'ultima glaciazione quaternaria.

A2 - Area di pertinenza appenninica. Tributari di destra del fiume Po a valle della confluenza con il Ricchiardo (incluso) fino alla confluenza con il Panaro (incluso). Fiume Tanaro a valle della confluenza con il Ridone (incluso), suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e suoi tributari di destra a valle del bacino del Rea (escluso). Dal bacino del Reno (tributario dell'Adriatico a Sud del Po) compresi i suoi affluenti di destra verso Sud

fino a quello del Vomano (compreso; quale tributario più meridionale del Po nella massima espansione glaciale Mindel/Riss) nella porzione meridionale della Provincia di Teramo (Marche). Lo spartiacque che separa i bacini del Reno (ancora affluente del Po fino a poco più di 6.000 anni fa) e del Lamone segna il limite tra le subaree A2.1 e A2.2

A2.1 - Subarea di pertinenza appenninica sul versante padano. Tributari di destra del fiume Po a valle della confluenza con il Ricchiardo (incluso) fino alla confluenza con il bacino del Panaro (incluso). Fiume Tanaro a valle della confluenza con il Ridone (incluso), suoi tributari di sinistra a valle di detta confluenza e suoi tributari di destra a valle del bacino del Rea (escluso). Bacino del Reno (tributario dell'alto Adriatico a Sud del Po) compresi i suoi affluenti di destra (Idice, Sillaro, Santerno, Senio,...). Lo spartiacque appenninico tosc-emiliano segna il confine che separa la A2.1 a Nord dal distretto tosc - laziale (C) a Sud. Gli apici allineati su tale spartiacque presentano altitudini decrescenti verso Est, da quote superiori a 2.200 m a valori inferiori ai 1.500 m s.l.m. (**fig. 18**). Regimi pluviometrici con massimi nelle stagioni intermedie, con prevalenza autunnale, talora molto spiccata; minimo estivo ridotto rispetto a quello secondario invernale (al contrario di quanto accade in A1). I regimi idrologici sono tipicamente di tipo pluviale. La coincidenza tra i minimi pluviometrici principali con i massimi dei regimi termici determina portate di magra estiva piuttosto pronunciate, con valori specifici inferiori a 5 L/s/km^2 e, seppure meno frequentemente, anche intorno a $1,5 \text{ L/s/km}^2$. Nelle testate dei bacini principali, presso i culmini dello spartiacque appenninico, possono risultare regimi idrologici nivopluviali (o di transizione con il pluviale), con portate di magra (quasi sempre estive, raramente anche invernali) significativamente superiori, ma con valori specifici che non superano i $6/7 \text{ L/s/km}^2$. I regimi idrologici presentano una variabilità (rapporto tra i valori medi mensili massimo e minimo dei deflussi) più spiccata rispetto a quella in A1. Il massimo idrologico si manifesta in novembre e le portate rimangono elevate ancora in dicembre, per diminuire, in modo abbastanza evidente, in gennaio, ma permangono ancora cospicue nei mesi successivi. Dato il carattere pluviale dei regimi e la scarsa estensione delle fasce altimetriche più elevate (comunque raramente sopra il limite dello zero termico invernale) fenomeni di piena si possono manifestare anche nell'inverno, mentre sono molto rari in A1 in quella stagione. I litotipi di origine sedimentaria sono ben rappresentati; ciò comporta, in occasione di precipitazioni intense, un più facile intorbidimento delle acque (trasporto solido pelitico) rispetto a quanto accade in A1 (dominata da più estese formazioni cristalline, prevalentemente metamorfiche).

A2.2 - Subarea di pertinenza appenninica sul versante alto adriatico. Tributari del medio Adriatico, a Sud del Reno, dal Lamone al Vomano (compresi) nella porzione meridionale della Provincia di Teramo (Marche). Il confine meridionale di questa subarea segna la massima estensione del bacino del Po nella fase di maggiore estensione dei ghiacciai quaternari (Mindel/Riss). Questa subarea si trova nella porzione della penisola italiana caratterizzata dalla più spiccata disimmetria dello spartiacque appenninico (breve distanza dallo spartiacque stesso alla linea di costa; **figg. 18 e 21**). I bacini del versante adriatico sono molto poco estesi, impostati su versanti molto ripidi e con fasce altimetriche elevate di ridotte estensioni (picchi compresi nell'intervallo $1.500 \div 2.000 \text{ m s.l.m.}$, leggermente crescenti verso Sud, ma mai superiori al limite climatico altitudinale dello zero termico medio invernale). Pertanto le porzioni di reticolo idrografico in quota, quelle caratterizzate dalle acque meno calde in estate, ipoteticamente adatte per i salmonidi (diversamente da quanto accade nel versante opposto nel distretto tosc-laziale), sono molto limitate ed impostate su alvei molto ripidi e non colonizzabili naturalmente dall'ittiofauna in risalita. I regimi idrologici sono analoghi a quelli descritti per la precedente subarea A2.1, ma con tendenza, soprattutto verso Sud, del massimo principale (un po' meno pronunciato) di spostarsi dal novembre al dicembre, mentre le portate permangono

elevate nel resto dell'inverno e per tutta la primavera. Il minimo idrologico estivo è un poco più ridotto rispetto a quanto accade in A2.1; i contributi superiori a 5 L/s/km² sono eccezionali, mentre risultano valori anche inferiori a 1 L/s/km², man mano verso la linea di costa. Anche per questa subarea i litotipi di origine sedimentaria sono ben rappresentati (seppure un po' meno rispetto alla A2.1); ciò comporta, in occasione di precipitazioni intense, un più facile intorbidimento delle acque rispetto a quanto accade, per esempio, nel versante opposto (distretto tosco-laziale) dove le formazioni cristalline sono più estese.

B - Distretto ligure. Il limite occidentale è costituito dallo spartiacque che separa i bacini del Roia ad Ovest e del Taggia ad Est. Il Roia si distingue nettamente dai bacini liguri essendo impostato sull'arco alpino occidentale (anche se tributario del mare anziché del Po) con un buon sviluppo delle fasce altimetriche elevate, con un picco di 3.045 m s.l.m., significativamente superiore al limite climatico altitudinale dello zero termico medio annuo; per tale ragione il suo regime idrologico è tipicamente nivopluviale con coefficienti di deflusso superiori ad uno da maggio a luglio. Il limite orientale è segnato dal bacino del Vara/Magra considerato appartenente al distretto tosco-laziale (area C). I bacini liguri sono tutti di modeste dimensioni, impostati in una stretta fascia tra lo spartiacque appenninico e la linea di costa, con apici altitudinali inferiori ai 2.000 m s.l.m. (più frequentemente inferiori ai 1.500 m s.l.m.) e con versanti molto ripidi. I regimi idrologici sono tutti francamente pluviali, comprese le testate dei bacini, anche tenuto conto della mitigazione offerta dal mare che innalza i limiti climatici altitudinali. Il massimo dei regimi idrologici si manifesta in modo netto in novembre, ma con portate molto abbondanti anche in ottobre e in dicembre. Nei mesi successivi risulta una riduzione dei deflussi, che tuttavia si mantengono relativamente elevati e soprattutto caratterizzati da una cospicua variabilità idrologica, talora con consistenti fenomeni di piena anche nella stagione invernale. Le portate di magra sono assai scarse, sempre inferiori ad 1 L/s/ km², spesso anche inferiori a 0,5 L/s/ km² determinando quindi condizioni difficili per le cenosi acquatiche. Il versante ligure è caratterizzato da rocce prevalenti massicce (metamorfiche, ofiolitiche, più raramente sedimentarie calcaree), quindi con ridotta tendenza all'intorbidimento in occasione di precipitazioni intense. Tuttavia, data la forte acclività dei corsi d'acqua, risultano notevoli fenomeni erosivi con elevati carichi solidi grossolani che contribuiscono all'instabilità degli alvei.

C - Distretto tosco-laziale. Tributari dell'alto e medio Tirreno, dal bacino del Magra a quello del Tevere. Comprende importanti bacini come Arno e Ombrone. Mentre il bacino del Magra (Vara) presenta un'altitudine massima di oltre 2.000 m s.l.m. e quello del Serchio di quasi 2.200 m s.l.m., il culmine dello spartiacque della testata Nord del più grande bacino dell'Arno risulta significativamente inferiore (1.657 m s.l.m.). Il Tevere presenta il bacino di più grande estensione areale in Italia dopo quello del Po (quasi 17.000 km²)¹², ma una bassa altitudine mediana (poco più di 500 m s.l.m.); in effetti solo una porzione modesta di tale area presenta culmini elevati oltre i 2.000 m s.l.m., con 2.487 m s.l.m. quello massimo nel bacino del Velino, affluente di sinistra del Tevere. Dunque gli apici altitudinali dei bacini non sono particolarmente elevati, ma in corrispondenza del distretto tosco-laziale risulta la più spiccata disimmertia dello spartiacque appenninico con conseguente ampia distanza dallo spartiacque stesso alla linea della costa tirrenica (**figg. 18 e 21**). Ciò consente una notevole estensione dei bacini, soprattutto se confrontati con quelli del versante adriatico. Pertanto anche in assenza di apici altitudinali molto elevati, le fasce altimetriche superiori sono abbastanza estese e caratterizzate da versanti molto meno ripidi. Vi è quindi "spazio fisico" per porzioni di reticolo idrografico in ambienti montani o

¹² Tipici esempi sono il Tevere e l'Arno; in Italia troviamo il bacino del Po con 70.091 km² (a Pontelagoscuro), seguito dal Tevere (16.545 km² a Ripetta), dall'Adige (11.954 km² a Boara Pisani) e dall'Arno (8.186 km² a S. Giovanni alla Vena), rispettivamente al secondo ed al quarto posto nella classifica dei più grandi bacini in Italia, ma merita segnalare anche il Volturno (5.558 km² a Cancelli Arnone; al settimo posto della stessa graduatoria dopo il Tanaro ed Ticino) ed il Sele (3.235 km² ad Albanella; all'undicesimo posto dopo l'Adda, Reno e Dora Baltea). Sul versante adriatico solo il Pescara (3.125 km² a S. Teresa) e l'Ofanto (2.716 km² a Samuele di Cafiero) sono alimentati da bacini di dimensioni significative, comunque inferiori a quelle dei bacini succitati per il versante tirrenico. Pertanto, sotto questo profilo, il distretto tosco-laziale è un'area che si distingue in modo evidente rispetto al versante Adriatico.

di alta collina in condizioni climatiche relativamente fresche e con minore acclività degli alvei, tanto da permettere più facilmente la risalita dell'ittiofauna e una più efficace colonizzazione verso monte. I regimi idrologici sono nettamente pluviali, con massimo idrologico medio in novembre e con portate ancora relativamente cospicue nel dicembre, ma in netto calo nei mesi successivi, fino a comprendere la stagione primaverile. Nelle testate dei bacini, abbastanza estese per quanto sopra illustrato (situazione che si distingue in modo evidente rispetto a quanto accade nelle altre porzioni dell'Appennino), la variabilità idrologica è ulteriormente contenuta, in parte grazie al tipo di precipitazioni a carattere prevalentemente nevoso. L'entità dei deflussi, a parità degli altri fattori edafici, è naturalmente condizionata dalle superfici dei bacini; pertanto i fiumi del versante tirrenico presentano generalmente regimi idrologici caratterizzati da una minore variabilità e con portate più abbondanti verso valle. Il minimo idrologico medio si verifica in estate (luglio/agosto), ma con valori specifici spesso superiori a 5 L/s/km^2 e praticamente mai inferiori a 2 L/s/km^2 (almeno per i principali bacini); valori superiori si riscontrano solo sul versante alpino (A1). Rispetto al versante adriatico i litotipi cristallini sono maggiormente rappresentati, con conseguente riduzione dei fenomeni di intorbidimento delle acque. La ridotta acclività degli alvei infine comporta fenomeni erosivi meno evidenti ed una maggiore stabilità degli stessi, ma senza che ciò significhi riduzione dei rischi di esondazione.

D - Distretto appenninico sul versante medio adriatico. Compreso tra i bacini del Pescara a Nord e del Fortore a Sud. È l'area, a monte della penisola del Gargano, sul versante medio adriatico i cui bacini sfociavano direttamente in mare a valle del delta del Po in epoca glaciale, quindi senza connessioni con il distretto padano-veneto. Esso è suddiviso in due subaree, praticamente coincidenti con i territori dell'Abruzzo (D1) e del Molise (D2), soprattutto per motivi morfometrici, condizionanti anche i fattori climatici ed idrologici. Merita precisare che una distinzione importante tra le rocce appenniniche è data dalla linea tettonica Anzio-Ancona, segnata come una linea di faglia con partenza a monte di Ancona; si tratta di un importante lineamento tettonico che separa l'appennino meridionale da quello centrale e settentrionale, sostanzialmente il limite meridionale che separa il Distretto appenninico sul versante medio adriatico (D) da quello adriatico meridionale (E) caratterizzato soprattutto da rocce carbonatiche, detritiche o di scogliera e in prevalenza cenozoiche.

D1 - Area di pertinenza del Gran Sasso e Maiella. Nell'Appennino centrale sono impostati, interamente sul versante adriatico, due importanti massici, il Gran Sasso e la Maiella, che eccezionalmente rispetto a tutto l'arco appenninico, presentano picchi altitudinali superiori al limite climatico dello zero termico medio annuo, rispettivamente 2.914 m s.l.m. e 2.795 m s.l.m. Pertanto i più importanti bacini del Pescara e del Sangro presentano, in corrispondenza delle loro testate, fasce altimetriche piuttosto elevate, ove si raccolgono serbatoi nivali di una certa consistenza e quindi ipoteticamente in grado di formare deflussi con la fusione in primavera e talora anche ad inizio estate; soprattutto, grazie alle precipitazioni esclusivamente solide invernali, risultano valori minimi dei deflussi e conseguente "calma" idrologica (fluttuazioni delle portate dei torrenti molto contenute). Tuttavia tale situazione idrologica interessa una porzione piuttosto limitata dei reticoli idrografici, in quanto impostati sulle citate fasce altimetriche che sono molto ridotte in estensione per le forti pendenze dei versanti (in modo più evidente sul Sangro rispetto al Pescara). Già un poco verso valle, per il rapido inglobamento di fasce altimetriche meno elevate, i bacini acquisiscono caratteri idrologici di tipo pluviale, seppure con minimi specifici estivi più elevati rispetto a quanto accade nelle subaree A2.2 a Nord e D2 a Sud. Il massimo tende a spostarsi dal novembre al dicembre, con gennaio che risulta il terzo mese in ordine di abbondanza dei deflussi; addirittura in febbraio le portate risultano talora in aumento. In sostanza il regime idrologico risulta molto variabile e con le portate mediamente più abbondanti dal tardo autunno per tutto l'inverno. Sotto il profilo idraulico anche per questa subarea, la forte acclività dei corsi d'acqua e la discreta estensione di litotipi sedimentari favoriscono l'intorbidimento delle acque in occasione di rovesci e/o piogge prolungate, con accentuata instabilità idraulica degli alvei fluviali.

D2 - Area di pertinenza del Molise. Sostanzialmente potrebbe valere una descrizione analoga a quella proposta per la subarea precedente, ma tenendo conto che gli apici altitudinali lungo lo spartiacque appenninico sono notevolmente più bassi, raramente superiori a 2.000 m s.l.m. Da Nord si constata la tendenza del massimo idrologico medio a collocarsi dal novembre verso l'inizio dell'inverno; i corsi d'acqua del Molise presentano infatti il massimo idrologico medio mensile collocato definitivamente in dicembre. In sostanza i regimi idrologici (tutti francamente pluviali), procedendo verso Sud, tendono, in modo via via più evidente, ad assumere la forma tipicamente mediterranea con due soli marcati massimo invernale e minimo estivo, tra l'altro caratterizzato da portate specifiche molto basse. La subarea D2 presenta le stesse caratteristiche idrauliche descritte per la subarea precedente, seppure un poco meno accentuate.

E - Distretto adriatico meridionale. Si tratta di un'area caratterizzata dalla presenza importante di rocce carbonatiche costituente il tavolato pugliese (zona tettonicamente stabile), con rilievi assai modesti, raramente con picchi altitudinali superiori ai 1.000 m s.l.m., con l'eccezione del bacino dell'Ofanto, ma con altitudine massima inferiore a 1.500 m s.l.m. Date tali condizioni morfologiche, risultano modeste pendenze dei versanti ed in particoare degli alvei fluviali, relativamente stabili sotto il profilo idraulico. Le precipitazioni sono modeste e concentrate nella stagione fredda, da ottobre a marzo. L'intensa evapotraspirazione estiva accompagnata da piogge scarse e l'assenza di fasce altimetriche elevate portano, come conseguenza, a portate minime specifiche molto basse, anche inferiori a $0,5 \text{ L/s/km}^2$, condizione assai sfavorevole per la gestione delle risorse idriche in generale e soprattutto difficile per le cenosi acquatiche.

F - Distretto tirreno centrale e campano. Territorio del versante tirrenico dell'Appennino a Sud del bacino del Tevere nel basso Lazio e comprendente importanti bacini, quali Liri e Volturno, fino al bacino del Sele (compreso) nella Campania meridionale. L'ampiezza della fascia compresa tra lo spartiacque e la linea di costa si riduce rispetto a quella del distretto toscano-laziale, mentre si innalzano i picchi altitudinali, che raggiungono i 2.200/2.400 m s.l.m. I bacini presentano una buona estensione (per es. quasi 5.600 km^2 per il Volturno), quindi i corsi d'acqua giungono alle foci in mare spesso con buone portate e con minime specifiche estive raramente inferiori a 4 L/s/km^2 (almeno per i bacini principali con testate prossime allo spartiacque appenninico) e talora anche significativamente superiori a 10 L/s/km^2 . Si tratta quindi di condizioni favorevoli per le cenosi acquatiche; tuttavia occorre mettere in evidenza che i regimi (con tipologia tipicamente pluviale) presentano massimi nella stagione invernale piuttosto elevati. A partire dall'autunno iniziano a manifestarsi precipitazioni intense, assumendo carattere di eccezionalità nei mesi successivi, quindi con forte variabilità idrologica ed accentuati fenomeni erosivi (instabilità dei fondali dei corsi d'acqua) generalmente fino a febbraio, ma talora ancora in marzo.

G - Distretto ionico. Comprende l'insieme di bacini con foce nel Mare Ionico, dal Bradano (Basilicata) nel Golfo di Taranto, fino al Tacina nel golfo di Squillace e quindi alla fiumara dell'Amendolea all'estremo Sud della penisola italiana (Calabria). Altitudini massime inferiori ai 2.000 m s.l.m. ad Est (es. bacini del Bradano e del Basento verso il Metaponto) e superiori a 2.200 m s.l.m. ad Ovest (es. Agri e Sinni in Basilicata) sulle creste del Pollino. Verso Sud gli apici altitudinali si riducono un poco, ma permangono ancora prossimi ai 2.000 m s.l.m. sulla punta estrema dello stivale. Bradano e Basento (provincia di Taranto in Puglia), Agri e Sinni (provincia di Matera in Basilicata) e Crati (provincia di Cosenza in Calabria) sono i principali bacini di questo distretto, con superfici superiori ai 1.000 km^2 (quasi 3.000 km^2 per il Bradano). Quelli in territorio pugliese presentano regimi tipicamente mediterraneo, con un massimo nell'inverno ed un minimo in estate, ma con portate mediamente non particolarmente abbondanti nella stagione fredda. Tutti gli altri presentano la stessa tipologia di regime, ma con massimo invernale molto spiccato, nettamente prevalente sul minimo estivo; quindi portate molto abbondanti da novembre a marzo (spesso sotto forma di piene importanti e con spiccati fenomeni di instabilità degli alvei fluviali) e decisamente scarse in piena estate, con contributi specifici quasi sempre inferiori a 1 L/s/km^2 , più spesso inferiori a $0,5 \text{ L/s/km}^2$ e talora anche più bassi,

come è tipico delle cosiddette “fiumare”. Si tratta di una condizione generalmente sfavorevole per le cenosi acquatiche ed in particolare per l’ittiofauna.

H - Distretto calabrese. Il bacino del Sele, nel distretto tirreno centrale campano inferiore, è quello con estensione significativa (oltre 3.200 km²) più meridionale. Il distretto calabrese è una fascia stretta tra lo spartiacque dell’Appennino meridionale e la costa del Tirreno. In questa stretta fascia (per di più con il suddetto spartiacque spostato verso il Tirreno) emergono picchi altitudinali intorno ai 2.000 m s.l.m. (di origine geologica piuttosto antica), quindi molto elevati rispetto allo spazio disponibile. Di conseguenza il paesaggio è caratterizzato da versanti molto ripidi, soprattutto nella Calabria meridionale (da qui forse l’origine del termine “Aspromonte”). Il regime pluviometrico è tipicamente mediterraneo con un solo massimo molto pronunciato (valori prossimi ed anche superiori a 200 mm/mese da novembre a gennaio) e piogge decisamente modeste in estate. I regimi idrologici, francamente pluviali, seguono lo stesso andamento ed in estate le portate si riducono sempre a valori inferiori a 0,5 L/s/km². Tenuto conto della forte acclività degli alvei fluviali (che limitano fortemente la risalita naturale verso monte dei pesci) i corsi d’acqua del versante tirrenico calabrese sono delle “fiumare”.

Sr - Sardegna. È un territorio relativamente grande (24.083 km²), largo più di 100 km lungo i paralleli (il lato più corto), mentre i principali bacini hanno orientamento prevalente lungo i meridiani (270 km per il lato più lungo) oppure con andamento obliquo; i fiumi sono pertanto piuttosto lunghi. L’isola presenta una altitudine massima pari a 1.834 m s.l.m. (punta Marmora nel Gennargentu) e le fasce altimetriche più elevate (quelle caratterizzate dalla formazione di deflussi con acque meno calde in estate) sono piuttosto estese. La Sardegna è il territorio italiano più antico e tettonicamente più stabile, risalente al paleozoico e costituito in prevalenza da rocce ignee. Questo insieme di condizioni morfologiche e tettoniche ha consentito lo sviluppo di reticoli idrografici caratterizzati da pendenze non eccessive, almeno non tali da impedire la colonizzazione verso monte dell’ittiofauna, dove, tra l’altro vi sono situazioni idrauliche più stabili e sufficientemente estese. Tuttavia, verso valle, più complicate sono, per le cenosi acquatiche, le condizioni pluviometriche ed idrologiche, in quanto i regimi presentano le caratteristiche proprie delle “fiumare”.

Sc - Sicilia. È un’isola altrettanto grande (25.711 km²) con una buona porzione montuosa. Da una parte abbiamo il Pizzo Carbonara a 1.979 m s.l.m. (Madonie), dall’altra l’Etna con i suoi 3.340 m s.l.m. I fiumi siciliani hanno tutti portate ed estensioni limitate. Quelli dei Nebrodi, delle Madonie e dei Peloritani a Nord sono delle vere e proprie “fiumare”, poco adatti ad ospitare ittiofauna. Gli unici corsi d’acqua con dimensioni apprezzabili sono il Salso o Imera Meridionale e il Simeto, quello con il bacino idrografico più ampio (oltre 1.800 km²).

7 - LISTE DELLE SPECIE ITTICHE AUTOCTONE E LORO DISTRIBUZIONE IN ITALIA

Le divisioni del territorio italiano in distretti, aree e subaree omogenee, Sardegna e Sicilia descritte nel capitolo precedente, costituiscono areali rispetto ai quali è possibile predisporre liste specifiche delle specie ittiche autoctone d'acqua dolce tipiche delle zone umide francamente continentali, quindi ad esclusione di quelle di transizione (ai limiti tra bacini marini ed aree emerse, quali quelle lagunari, palustri, deltizie, di estuario,...) e ad esclusione delle specie eurialine migratrici facoltative, lagunari ed estuariali e/o a diversa ecologia intraspecifica. Tali liste (**tab. 2**) sono predisposte sulla base di quanto riportato sui principali testi classici generali di ittiologia nel seguito elencati:

- LADIGES W., VOGT D., **1965**. *Die Süßwasserfische Europas*. Hamburg und Stuttgart.
- MUUS B.J., DAHLSTRÖM P., **1967**. *Europas ferskvandsfisk*. G.E.C. Gads Forlag, Copenaghen.
- TORTONESE E., **1970**. *Osteichthyes - Pesci ossei*. Fauna d'Italia, vol. X. Calderini Bologna.
- TORTONESE E., **1975**. *Osteichthyes - Pesci ossei*. Fauna d'Italia, vol. XI. Calderini Bologna.
- VOSTRADOVSKY J., **1975**. *I pesci d'acqua dolce*. Teti, Milano.
- GRIMALDI E., **1980**. *I pesci d'acqua dolce*. Fabbri, Milano.
- DELMASTRO G.B., **1982**. *I pesci del bacino del Po*. CLESAV, Milano.
- BRUNO S., **1987**. *Pesci e crostacei d'acqua dolce*. Giunti, Firenze.
- MARIANI G., **1988**. *Pesci italiani d'acqua dolce*. Lucchetti, Milano.
- FORNERIS G., PARADISI S., SPECCHI M., **1990**. *Pesci d'acqua dolce*. Carlo Lorenzini Editore, Udine.
- GRIMALDI E., MANZONI P., **1990**. *Specie ittiche d'acqua dolce*. Istituto Geografico De Agostini, Novara.
- GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., **1991**. *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma.
- MARIANI G., BIANCHI I., **1991**. *Il grande libro dei pesci d'acqua dolce d'Italia e d'Europa*. De Vecchi, Milano.
- ZERUNIAN S., **2002**. *Condannati all'estinzione*. Edagricole. Bologna.
- ZERUNIAN S., **2002**. *Iconografia dei pesci delle acque interne d'Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Direzione Conservazione Natura). Unione zoologica Italiana. Istituto Nazionale Fauna Selvatica. Tipolitografia F.G. di Savignano sul Panaro (Mo).
- ZERUNIAN S., **2004**. *Pesci delle acque interne d'Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela Territorio. Istituto Nazionale Fauna Selvatica. Quaderni della Conservazione della Natura 20. Tipolitografia F.G. Savignano sul Panaro (Mo).
- KOTTELAT M., FREYHOF J., **2007**. *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.

Si sono inoltre considerate le informazioni derivanti dalle carte ittiche predisposte, ai diversi livelli provinciali e regionali, dagli anni Ottanta. Utili sono risultati i lavori di ZERUNIAN *et al.* (2009)¹³ e di FORNERIS *et al.* (2011)¹⁴ che, nell'ambito delle rispettive proposte di metodi di valutazione dello stato delle comunità ittiche, hanno predisposto elenchi di specie autoctone in funzione dei diversi territori italiani. Infine merita citare il contributo di BIANCO e DELMASTRO (2011)¹⁵ che hanno proposto una efficace sintesi sulla più recente tassonomia dei pesci d'acqua dolce italiani e gli importanti rapporti del “gruppo di lavoro sui Salmonidi” (riordino del quadro sistematico delle trote italiane)¹⁶ e della “proposta di elenco delle specie ittiche d'acqua dolce presenti in Italia” (riordino del quadro sistematico dell'ittiofauna italiana)¹⁷ dell'ASSOCIAZIONE ITALIANA ITTIOLOGI ACQUE DOLCI.

¹³ ZERUNIAN S., GOLTARA A., SCHIPANI I., BOZ B., 2009. *Adeguamento dell'Indice di Stato delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE*. *Biologia Ambientale*, 23 (2): 15-30.

¹⁴ FORNERIS G., MERATI F., PASCALE M., PEROSINO G.C., 2011. *Revisione ed aggiornamento della metodologia dell'Indice Ittico (I.I.)*. *Biologia Ambientale*, 25 (1): 49 ÷ 62.

¹⁵ BIANCO P.G., DELMASTRO G.B., 2011. *Recenti novità tassonomiche riguardanti i pesci d'acqua dolce autoctoni in Italia e descrizione di una nuova specie di luccio*. *Researches on Wildlife Conservation*, vol. 2 (suppl.).

¹⁶ <http://www.aiiad.it/sito/temi/salmonidi/24-documento-salmonidi-febbraio-2013>

¹⁷ <http://www.aiiad.it/sito/temi/sistematica/21-check-list-7-2013>

Tab. 2 - Liste delle specie ittiche autoctone per le divisioni della penisola italiana in distretti, aree e subaree omogenee sulla base di parametri fisiogeografici.				A					B	C	D		E	F	G	H	Sr	Sc
				A1			A2				D1	D2						
				A1.1	A1.2	A1.3	A2.1	A2.2										
Petromyzontiformes	Petromyzontidae	Lampetra zanandreae	Lampreda padana	X	X	X	X	?										
		Lampetra planeri	Lampreda di ruscello							X				X				
Acipenseriformes	Acipenseridae	Acipenser naccarii	Storione cobice	X	X	X	X	X			X	X						
		Acipenser sturio	Storione comune	X	X	X												
		Huso huso	Storione ladano		X	X												
Anguilliformes	Anguillidae	Anguilla anguilla	Anguilla	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Clupeiformes	Clupeidae	Alosa fallax	Cheppia/alosa		X	X												
		Alosa agone	Agone	X	X													
Cypriniformes	Cyprinidae	Alburnus arborella	Alborella	X	X	X	X	X										
		Alburnus albidus	Alborella meridionale									X	X	X	X	X		
		Barbus caninus	Barbo canino	X	X	X	X		?									
		Barbus plebejus	Barbo	X	X	X	X	X	?	X	X	X		X	X			
		Barbus tyberinus	Barbo tiberino							?				?				
		Chondrostoma soetta	Savetta	X	X	X												
		Romanogobio bonacensis	Gobione italico	X	X	X	X	X										
		Phoxinus phoxinus	Sanguinerola	X	X	X	X											
		Protochondrostoma genei	Lasca	X	X	X	X	X										
		Rutilus aula	Triotto	X	X	X	X											
		Rutilus pigus	Pigo	X	X	X												
		Rutilus rubilio	Rovella				?	X		X	X	X	X	X	?	X		
		Scardinius hesperidicus	Scardola italica	X	X	X	X	X										
		Scardinius scardafa	Scardola tiberina							X				X				
		Squalius lucumonis	Cavedano etrusco							?								
		Squalius squalus	Cavedano italico	X	X	X	X	X	?	X	X	X		X	X			
		Telestes muticellus	Vairone	X	X	X	X	X	?	X	X	X		X				
		Tinca tinca	Tinca	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	?	X
			Balitoridae	Barbatula barbatula	Cobite barbatello			X										

				A					B	C	D		E	F	G	H	Sr	Sc	
				A1			A2				D1	D2							
				A1.1	A1.2	A1.3	A2.1	A2.2											
Cypriniformes	Cobitidae	Cobitis bilineata	Cobite comune	X	X	X	X	X											
		Cobitis zanandreai	Cobite del Volturno											X					
		Sabanejewia larvata	Cobite mascherato	X	X	X													
Esociformes	Esocidae	Esox cisalpinus	Luccio	X	X	X	X	?		X									
Gadiformes	Gadidae	Lota lota	Bottatrice		X														
Gasterosteiformes	Gasterosteidae	Gasterosteus gymnurus	Spinarello		X	X	X	X	X	X	X	X			X		X		
Perciformes	Blenniidae	Salaria fluviatilis	Cagnetta		X			?		X				X	?	?	X	X	
	Gobiidae	Gobius nigricans	Ghiozzo di ruscello							X									
		Knipowitschia punctatissima	Panzarolo		X	X													
		Padogobius bonelli	Ghiozzo padano	X	X	X	X	X											
	Percidae	Perca fluviatilis	Persico reale	X	X	X													
	Salmonidae	Salmo carpio	Carpione del Garda		X														
		Salmo fibreni	Carpione del Fibreno								X								
		Salmo cetti	Trota insulare								?				?	?	?	X	X
		Salmo ghigi	Trota appenninica								X								
		Salmo marmoratus	Trota marmorata	X	X	X													
Thymallidae	Thymallus thymallus	Temolo	X	X	X														
Scorpaeniformes	Cottidae	Cottus gobio	Scazzone	X	X	X													

A - Distretto padano-veneto: **A1 - Area di pertinenza alpina** (**A1.1** - Subarea di pertinenza alpina occidentale sul versante padano; **A1.2** - Subarea di pertinenza alpina centrale sul versante padano; **A1.3** - Subarea di pertinenza alpina orientale sul versante adriatico) e **A2 - Area di pertinenza appenninica** (**A2.1** - Subarea di pertinenza appenninica sul versante padano; **A2.2** - Subarea di pertinenza appenninica sul versante alto adriatico). **B - Distretto ligure.** **C - Distretto tosco-laziale.** **D - Distretto appenninico sul versante medio adriatico:** **D1 - Area di pertinenza del Gran Sasso e Maiella** e **D2 - Area di pertinenza del Molise.** **E - Distretto adriatico meridionale.** **F - Distretto tirreno centrale e campano.** **G - Distretto ionico.** **H - Distretto calabrese.** **Sr - Sardegna.** **Sc - Sicilia.**

La penisola italiana costituisce un territorio relativamente piccolo rispetto al contesto europeo ed anche rispetto all'area mediterranea. Contemporaneamente è forse il più ricco di storia geologica, caratterizzata inoltre da una rapida evoluzione, come è tipico di una regione geologicamente giovane. Lo spartiacque alpino comprende le cime più elevate del continente separandolo nettamente dall'area a Sud delle Alpi. Ma pure l'Appennino è molto elevato, soprattutto se confrontato con la stretta fascia territoriale dell'Italia centrale e meridionale; esso separa nettamente i due domini marini adriatico (un mare in declino) e tirrenico (un oceano in espansione).

Possibili collegamenti tra il Mediterraneo e la porzione centrale del continente europeo (quello geologicamente più antico e destinato a diventare il bacino del Danubio) erano probabilmente possibili fino a 8 milioni di anni fa, poi interrotti con la crisi della salinità mio-pliocenica (**fig. 3**), quindi ripresi dal tardo pliocene e per tutto il quaternario, magari durante le glaciazioni, per la maggiore estensione delle terre emerse e soprattutto grazie alla minore salinità delle acque (ed anche più fresche) del Mediterraneo. Un tale collegamento, seppure ipoteticamente plausibile, costituisce tuttavia un percorso assai complicato, che parte necessariamente dalla foce del Danubio nel Mar Nero e quindi un lungo viaggio attraverso lo stretto del Bosforo, il mare di Marmara, l'Egeo, il Mirto davanti alla Grecia, per risalire quindi l'Adriatico. Si tratta sicuramente di un evento molto improbabile; ma anche un evento di tal genere, nell'arco di tempi molto lunghi (decine e centinaia di migliaia di anni), potrebbe aver comportato qualche scambio di geni tra popolazioni comunque geograficamente piuttosto lontane, probabilmente non tale da imporre identici processi di speciazione. Da questo punto di vista sembra logico (e piuttosto evidente) ipotizzare linee evolutive ben differenziate tra il vasto bacino del Danubio e i bacini tributari del Mediterraneo, soprattutto per le sue porzioni più lontane, come quello centrale (Italia compresa) ed occidentale.

Collegamenti un po' meno complicati erano (e forse lo sono ancora in parte minore) possibili tra i bacini che si affacciano direttamente sul Mediterraneo, almeno per le specie in grado di tollerare, seppure in situazioni transitorie, acque più o meno salate.

L'areale di distribuzione naturale della "*Salmo trutta*", cioè della cosiddetta trota fario di ceppo atlantico, la "*Salmo [trutta] trutta*" secondo la precedente nomenclatura proposta da GANDOLFI *et al.* (1991; op. cit.), comprende la porzione geologicamente più antica del continente europeo, nel territorio del quale l'unico bacino connesso con il Mediterraneo, seppure attraverso un percorso complicato come quello sopra descritto, è il Danubio. Invece tutti gli altri reticoli idrografici direttamente connessi con il Mediterraneo appartengono a bacini impostati su affioramenti risalenti all'orogenesi alpina, isolati dal resto del continente europeo e dove linee evolutive ben differenziate hanno dato origine alle diverse forme di trote mediterranee quali oggi conosciamo. D'altra parte i possibili collegamenti nell'ambito del Mediterraneo devono aver permesso la coesistenza di frazioni comuni dei *pools* genici delle diverse popolazioni che oggi costituiscono specie distinte, seppure tutte costituenti l'insieme dei ceppi mediterranei.

Rimanendo nel campo dei salmonidi, in Italia, si ritiene pertanto ragionevole riconoscere due forme di trote mediterranee sul versante tirrenico quali *Salmo cetti* (trota insulare) e *Salmo ghigi* (trota appenninica). Nei capitoli precedenti si è avuto modo di verificare l'esistenza di condizioni idromorfologiche adatte per i salmonidi per alcune porzioni territoriali delle isole maggiori, del distretto del tirreno centrale e campano ("F" in **fig. 22**) e del distretto toско-laziale ("C" in **fig. 22**). Quelle trote "devono" rimanere in quelle aree, dove vanno tutelate. Non si devono utilizzare per effettuare immissioni al di fuori dei distretti di origine; si potrebbe altrimenti parlare di modalità gestionali non coerenti con il principio di massima attenzione nei confronti della tutela della biodiversità.

Anche la trota marmorata (*Salmo marmoratus*) è da considerare una forma di trota mediterranea, quale risultato di una serie di processi adattativi rispetto ad uno dei più estesi bacini (fiume Po) con caratteri idromorfologici idonei ai salmonidi che si affacciano nel Mediterraneo e molto più esteso (secondo solo dopo il Rodano) nei periodi glaciali e soprattutto sempre "parzialmente" isolato rispetto al Mediterraneo nel suo complesso. A seguito dell'ablazione dei ghiacci a partire dalla fine del Würm, questa trota è riuscita a colonizzare tutti gli ambienti ad essa congeniali, o meglio quelli con caratteri

idromorfologici adatti (regimi idrologici nivo-glaciali e nivopluviali; fasce altimetriche elevate costituenti buone porzioni areali dei bacini sottesi, reticoli idrografici sufficientemente estesi e connessi tra loro, litotipi affioranti prevalentemente cristallini,...). Sostanzialmente tutta l'area di pertinenza alpina ("A1" in **fig. 22**), mentre la restante porzione areale del distretto padano-veneto ("A2.1" e "A2.2" in **fig. 22**) non presenta analoghe condizioni, per la quale quindi si ipotizza l'assenza di salmonidi autoctoni.

Quanto sopra non riguarda soltanto i salmonidi. Rimanendo nel distretto padano veneto ("A" in **fig. 22**), è possibile individuare un'associazione di specie con areali congruenti che accompagnano la trota marmorata: *Thymallus thymallus* (il temolo occupa praticamente lo stesso areale della marmorata, seppure con limiti altitudinali superiori un poco più bassi), *Cottus gobio* (lo scazzone si colloca in un areale coincidente con quello della marmorata nell'area di pertinenza alpina, ma con presenze decisamente frammentarie nell'area di pertinenza appenninica, tanto da mettere in dubbio la sua autoctonia al di fuori di "A1"), *Barbus caninus* (il barbo canino presenta una distribuzione analoga a quella dello scazzone, seppure forse un po' meno frequente sul versante alpino orientale; anche per esso si riconoscono dubbi sulla sua autoctonia nell'area di pertinenza appenninica, soprattutto orientale ed ancor più verso Sud); infine merita ricordare *Phoxinus phoxinus* (la sanguinerola risulta presente in tutta l'area di pertinenza alpina e la porzione più occidentale dell'appennino) e *Telestes muticellus* (vairone), ciprinidi che, insieme al barbo canino, molto spesso accompagnano le specie succitate costituenti la comunità di riuferimento della "vera" zona ittica a salmonidi.

La colonizzazione verso monte da parte dei salmonidi al termine dell'ultima glaciazione quaternaria, come già sottolineato nei precedenti capitoli (ed ai quali si rimanda), ha comunque dovuto confrontarsi con limiti morfologici e a questo proposito, diversamente da quanto sostenuto da BETTI (2006)¹⁸, e considerando i laghi alpini, occorre citare anche i salmerini (*Salvelinus fontinalis* e *Salvelinus alpinus*¹⁹), sicuramente definibili alloctoni.

Quanto discusso a proposito dei salmonidi emerge considerando anche altri gruppi sistematici a conferma della notevole varietà ittiofaunistica che caratterizza il territorio italiano quale conseguenza della sua notevole variabilità idro-geo-morfologica.

Sulle 44 specie autoctone elencate nella **tab. 2**, 31 specie (70 %) sono endemiche per il territorio italiano e la maggior parte di esse (21) sono endemismi ristretti, cioè con areali di distribuzione naturali costituenti porzioni limitate del territorio italiano. Ma le specie endemiche, sempre intendendo con tale espressione quelle presenti esclusivamente in Italia (o meglio ancora quelle con areale di distribuzione naturale comprendente anche l'Italia, comunque con estensioni limitate o molto limitate), potrebbero costituire e ciò non stupirebbe, una frazione ancora maggiore.

Per esempio la linea evolutiva adriatica (o padana) del *Thymallus thymallus* (MERANER, GANDOLFI, 2012)²⁰ potrebbe essere elevata a nuova specie con areale di distribuzione limitata al distretto padano-veneto o meglio ad una parte di esso ("A1" in **fig. 22** - area di pertinenza alpina), quindi un endemismo ristretto. Oppure la sanguinerola, indicata come "*Phoxinus phoxinus*" in **tab. 2** quale specie autoctona ad ampia distribuzione europea, potrebbe essere invece "*Phoxinus lumaireul*", come proposto da KOTTELAT M., FREYHOF J. (2007; op. cit.) con areale di distribuzione limitato all'area di pertinenza alpina ("A1" in **fig. 22**) ed alla costa adriatica dell'ex Jugoslavia, quindi di nuovo un endemismo. Ma potrebbero arrivare ulteriori novità, per esempio riguardanti lo scazzone, attualmente ancora "*Cottus gobio*" ad ampia distribuzione europea.

¹⁸ BETTI L., 2006. Ragioni zoogeografiche, autoecologiche e storiche a sostegno dell'autoctonia della popolazione di salmerino alpino (*Salvelinus alpinus* L.) delle Alpi centro-meridionali. Atti X Conv. Naz. A.I.I.A.D (Pescara, 2/3 aprile 2004). *Biologia Ambientale*, 20 (1): 247 ÷ 251.

¹⁹ PICCININI A., NONNIS MARZANO F., GANDOLFI G., 2004. Il salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*): prove storiche della sua introduzione sul territorio italiano. Atti IX Conv. Naz. AIAD. *Biologia Ambientale*, 18 (1): 259 ÷ 264.

²⁰ MERANER A., GANDOLFI A., 2012. Phylogeography of European grayling, *Thymallus thymallus* (Actinopterygii, Salmonidae), within the Northern Adriatic basin: evidence for native and exotic mitochondrial DNA lineages. *Hydrobiologia*, 693: 205-221.

Si tratta di situazioni per certi versi analoghe a quanto recentemente avvenuto a proposito del luccio, con elevazione a rango di “vera” specie endemica come “*Esox cisalpinus*” (BIANCO, DELMASTRO, 2011¹²). Non solo! Per esempio il cavedano “*Leuciscus cephalus*” (ad ampia distribuzione europea) è diventato “*Squalius squalus*” (presente esclusivamente in Italia). Oppure la scardola “*Scardinius erythrophthalmus*” (con areale molto vasto) diventata “*Scardinius hesperidicus*” e “*Scardinius scardafa*” (limitata al distretto toско-laziale - “C” in **fig. 22**).

In **tab. 2**, per quanto riguarda il vairone, si riconosce la sola specie “*Telestes muticellus*”. Invece BIANCO e DELMASTRO (2011)¹² propongono ben tre specie e precisamente “*Telestes savigny*” (vairone endemico per il distretto padano-veneto - “A” in **fig. 22**), “*Telestes muticellus*” (mozzella endemica per il distretto toско-laziale - “C” in **fig. 22**) e “*Telestes comes*” (compagno nel distretto apulo-campano - “F” in **fig. 21**) a dimostrazione della presenza in Italia di ambiti zoogeografici tra loro isolati (parzialmente o totalmente), in grado quindi di esprimere una notevole biodiversità.

D'altra parte erano da già da tempo riconosciute differenze ed endemismi ristretti. Per esempio si possono citare il cavedano etrusco (*Squalius lucumonis*) ed il barbo tiberino (*Barbus tyberinus*), ormai sicuramente riconosciuti come a rango di vere specie, indubbiamente autoctone per il distretto toско-laziale (“C” in **fig. 22**), tanto da introdurre qualche dubbio, per lo stesso areale, dell'autoctonia dell'altro cavedano (*Leuciscus cephalus* o meglio *Squalius squalus*) e dell'altro barbo (*Barbus plebejus*). Merita citare anche la netta distinzione tra i due ghiozzi padano (*Padogobius bonelli*) nel distretto padano-veneto e di ruscello (*Gobius nigricans*) in quello toско-laziale.

Certamente i due principali distretti zoogeografici padano-veneto e toско-laziale sono ricchi di specie in generale e di endemismi, anche ristretti. Altri territori sono decisamente più “poveri”, soprattutto per motivi idrogeomorfologici (aree ridotte dei bacini e con versanti molto acclivi, forti magre estive, notevole instabilità morfologica,...) che diventano via via più evidenti verso Sud, ma che sono caratteristici anche del distretto ligure (CIUFFARDI L., ARILLO A., 2006²¹). Quasi sempre le faune ittiche presenti sono il risultato di immissioni effettuate in passato, soprattutto per fini alieutici. Per tale motivo, rispetto a tali aree, si esprimono seri dubbi circa l'opportunità dell'utilizzo dell'Elemento di Qualità Biologia (EQB) “pesci” come parametro concorrente alla valutazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici ai sensi del D. Lgs. 152/06 (in recepimento della Direttiva 2000/60/CE)

L'elenco in **tab. 2** rappresenta una proposta rispetto alla questione illustrata nell'introduzione. Contiene ancora dei punti interrogativi ed è ovviamente suscettibile di ulteriori eventuali modifiche e correzioni, in funzione dei pareri esperti che potranno essere espressi dai tecnici e dai ricercatori nel campo dell'ittologia e soprattutto di quanto potrà emergere dalla ricerca scientifica. Il presente rapporto è un contributo rispetto all'obiettivo di disporre finalmente di una lista definitiva di specie divisa per aree zoogeografiche omogenee. Essa, in caso di condivisione (ed a valle delle possibili modifiche ed integrazioni), potrebbe costituire un riferimento certo per la gestione e per la tutela della fauna ittica, almeno fino all'aggiornamento e predisposizione di una lista successiva.

²¹ CIUFFARDI L., ARILLO A., 2006. *La fauna ittica d'acqua dolce della Liguria: composizione attuale e categorie regionali* IUCN. Quaderni ETP, 34: 1-5.

APPENDICE 1 - ESEMPI DI REGIMI AFFLUSSI/DEFLUSSI

Le descrizioni dei regimi idrologici (afflussi/deflussi) dei numerosi fiumi proposte nelle pagine seguenti, come diagrammi, derivano dall'utilizzo dei dati contenuti nella pubblicazione "*Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani*" (pubbl. N. 17 del SERVIZIO IDROGRAFICO ITALIANO, Ist. Pol. Stato, 1980 - Roma)¹. I parametri considerati sono elencati nel seguito.

Afflussi meteorici (A). Valori medi mensili ed annui delle precipitazioni areali [mm] che si sono verificate in un determinato periodo di osservazione sul bacino imbrifero sotteso ad una sezione di corso d'acqua ove ha funzionato, per lo stesso periodo, una stazione idrometrica. Sono valori sperimentali, in quanto si ottengono dalle elaborazioni dei dati di rilevazioni effettuate da stazioni meteorologiche (dotate di pluviometri/pluviografi) situate entro il bacino e nelle aree limitrofe. Nei diagrammi sono indicati con **pallini** e **linea blu**.

Deflussi (D). Valori medi mensili ed annui dei volumi d'acqua che passano attraverso una determinata sezione di corso d'acqua, espressi come altezza [mm] di una lama d'acqua uniformemente estesa sul bacino imbrifero. Anche in questo caso si tratta di dati "sperimentali", in quanto ottenuti dalle elaborazioni dei dati di rilevazioni effettuate dalla stazione idrometrica rispetto alla quale si considera il bacino sotteso e del quale si conoscono gli afflussi come sopra definiti. Nei diagrammi sono indicati con **pallini** e **linea verdi**.

Coefficiente di deflusso (D/A). Rapporto tra i valori medi annui del **deflusso (D)** e dell'**afflusso (A)**. Si tratta di una grandezza adimensionale che rappresenta la vera sintesi del bilancio idrologico e vale quasi sempre $D/A < 1$. Per valori prossimi a 1 ($> 0,9$) generalmente il regime idrologico appartiene alle tipologie "*nivoglaciale*" o "*nivopluviale*" (deflussi alimentati, spesso in modo preponderante, dalla fusione dei nevai e dei ghiacciai). Per valori $0,9 > D/A > 0,7/0,6$ il regime idrologico quasi sempre appartiene alla tipologia "*nivopluviale*" (i deflussi, oltre che dalle piogge, sono condizionati, soprattutto in primavera, dalla fusione delle nevi). Per valori $D/A < 0,6$ il regime idrologico appartiene alla tipologia "*pluviale*" (segue bene il regime pluviometrico; i deflussi costituiscono una risposta diretta dei deflussi). In alcuni casi potrebbe anche accadere $D/A > 1$ per esempio in bacini permeabili (cfr. immagine seguente), oppure in quelli alimentati da estesi ghiacciai in fase di regressione con conseguente restituzione di acqua accumulata nei decenni o nei secoli precedenti.

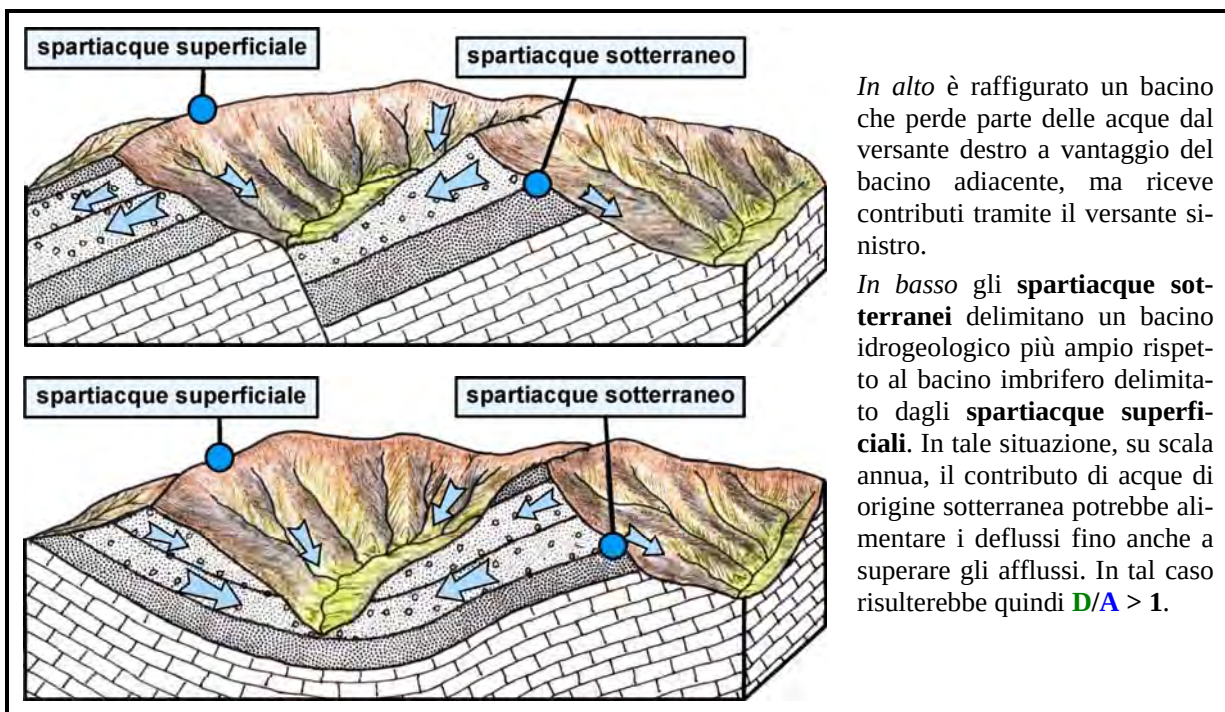
¹ Il **Servizio Idrografico Italiano** fu costituito dallo Stato nel 1917 con lo scopo di uniformare le rilevazioni meteorologiche e idrometriche in Italia. Prima tali misurazioni erano eseguite in modi sconsiderati da singole strutture negli stati preunitari. Il Servizio Idrografico pubblicava gli *Annali Idrologici*, relativi ai vari compartimenti in cui era diviso il territorio.

Nei confronti del Servizio Idrografico Italiano venne effettuato il trasferimento di competenze dallo Stato alle Regioni (D. Lgs. 112/1998): le competenze del Servizio Idrografico passarono ad enti regionali (agenzie ARPA, servizi idrologici regionali o altri) e i precedenti compartimenti (spesso sovraregionali) furono sostituiti da strutture regionali. La pubblicazione degli *Annali* fu sospesa e ogni struttura regionale si è incaricata di pubblicare i dati corrispondenti.

Una struttura unitaria che funzionava bene (almeno fino alla fine degli anni Settanta), frutto di scelte oculate effettuate 100 anni fa, di fatto è stata smantellata per sostituirla con enti diversi sconsiderati e poco efficienti. Tra gli anni Settanta e Ottanta le stazioni idrometriche cessarono le attività e fu necessario aspettare anche più di un decennio per il ritorno in funzione di una parte delle stesse stazioni. Contemporaneamente, a causa del moltiplicarsi delle opere di derivazioni idriche, molte di esse persero di significato.

Ancora oggi gli studi idrologici vengono effettuati prevalentemente sui dati pubblicati nei vecchi *Annali Idrologici*, in quanto affidabili e rappresentativi, molto spesso, di intervalli di osservazione sufficienti per ottenere risultati attendibili dalle elaborazioni statistiche.

Per tali motivi la pubblicazione succitata è ancora ampiamente valida per analisi comparate dei regimi idrologici dei principali corsi d'acqua italiani in funzione delle diverse aree geografiche (come nel caso del presente rapporto). In ogni caso tra tutte le stazioni idrometriche descritte in quel prezioso libro si sono scelte esclusivamente quelle con almeno 20 anni di osservazione e con maggiore estensione delle superfici dei relativi bacini sottesi.



In alto è raffigurato un bacino che perde parte delle acque dal versante destro a vantaggio del bacino adiacente, ma riceve contributi tramite il versante sinistro.

In basso gli **spartiacque sotterranei** delimitano un bacino idrogeologico più ampio rispetto al bacino imbrifero delimitato dagli **spartiacque superficiali**. In tale situazione, su scala annua, il contributo di acque di origine sotterranea potrebbe alimentare i deflussi fino anche a superare gli afflussi. In tal caso risulterebbe quindi $D/A > 1$.

Surplus idrico ($D > A$). Condizione per cui i valori medi mensili dei **deflussi** (D) sono superiori a quelli degli **afflussi** (A). Nei diagrammi quelle condizioni sono evidenziate mediante aree colorate in azzurro.

Deficit idrico ($D < A$). Condizione per cui i valori medi mensili dei **deflussi** (D) sono inferiori a quelli dei **afflussi** (A). Nei diagrammi quelle condizioni sono evidenziate mediante aree colorate in giallo. Il valore del deficit idrico, pari alla differenza $A - D$, è l'evapotraspirazione, cioè il volume di acqua che ritorna direttamente all'atmosfera per evaporazione dal terreno e traspirazione delle piante; rappresenta quella porzione degli afflussi che non alimentano i deflussi e che viene anche definita "perdita apparente".

Altitudine massima del bacino (H_{max}). È la quota più elevata [m s.l.m.] che si riscontra nel bacino sotteso alla stazione idrometrica in studio, solitamente sullo spartiacque che delimita il bacino stesso generalmente nella sua testata.

Altitudine media del bacino (H_{med}). È la quota [m s.l.m.] pari all'altezza del rettangolo equivalente all'area sottesa dalla curva ipsografica (rappresentazione grafica illustrante la distribuzione delle aree delle diverse fasce altimetriche che si sommano verso valle fino alla sezione di chiusura del bacino, in corrispondenza della sezione ove opera la stazione idrometrica in studio).

Altitudine della stazione (H_{sez}). È la quota [m s.l.m.] di chiusura del bacino, ovvero della sezione ove opera la stazione idrometrica in studio.

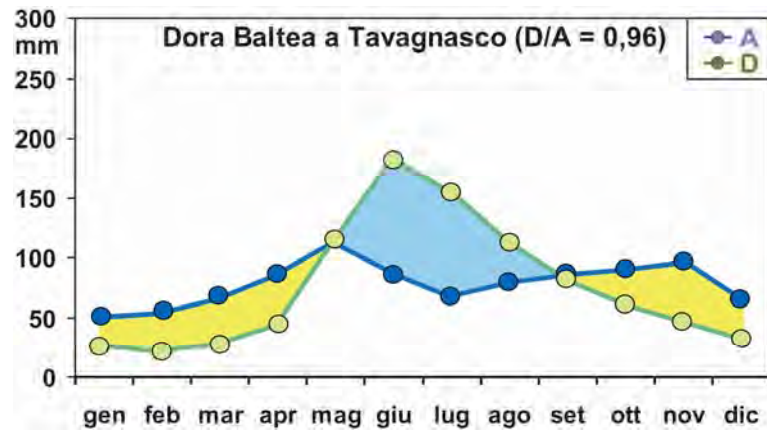
Superficie del bacino imbrifero (S). È l'area [km^2] in pianta su base topografica del bacino imbrifero sotteso alla sezione di interesse, ovvero quella ove è presente la stazione idrometrica.

Portata media annua ($Q_{y_{med}}$). È la media delle dodici portate medie mensili, oppure la media delle 365 portate medie giornaliere. Si esprime in metri cubi al secondo [m^3/s] oppure in litri al secondo [L/s]. Si tratta di un valore assoluto che dipende dai molti fattori edafici del bacino imbrifero sotteso. Al fine di favorire confronti tra bacini tra loro molto diversi, soprattutto per le rispettive dimensioni e di evidenziare meglio le potenzialità idriche, conviene rappresentare la portata media annua sotto forma di contributo specifico ($Q_{y_{med-s}}$) che si ottiene dal rapporto tra il valore assoluto della portata

[L/s] e la superficie del bacino [km^2] $Q_{y_{med}}/S$ [L/s/km^2]. Sostanzialmente si tratta di un dato che esprime il contributo alla formazione dei deflussi da parte della unità di superficie di bacino imbrifero ed è in qualche modo paragonabile al deflusso medio annuo espresso in millimetri come sopra definito.

Portata media annua di durata 355 giorni (Q355). È la portata per cui valori pari o superiori sono mediante disponibili in alveo per 355 giorni. Oppure valori inferiori sono mediamente disponibili in alveo soltanto per 10 giorni. Quindi si tratta, a tutti gli effetti, di una portata di magra, o meglio della portata di magra “normale” molto vicina (praticamente identica) alla media delle minime annuali o alla portata minima con tempo di ritorno di due anni. Il valore assoluto si esprime in metri cubi al secondo [m^3/s] oppure in litri al secondo [L/s]. Anche per tale parametro si può utilizzare il rapporto Q355/S per ottenere la portata di magra specifica $Q355-S$ [L/s/km^2].

Esempi di regimi idrologici del versante alpino occidentale (distretto padano-veneto).



$H_{max} = 4.810$ m s.l.m.

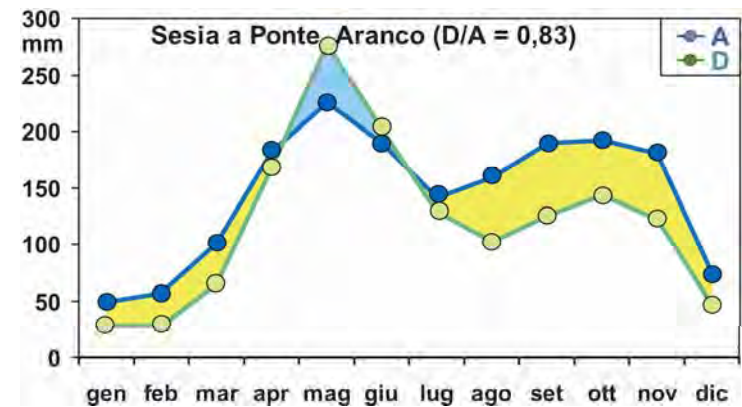
$H_{med} = 2.080$ m s.l.m.

$H_{sez} = 263$ m s.l.m.

$S = 3.313$ km²

$Q_{Ymed} = 96,0$ m³/s (30,0 L/s/km²)

$Q_{355} = 23,6$ m³/s (7,12 L/s/km²)



$H_{max} = 3.632$ m s.l.m.

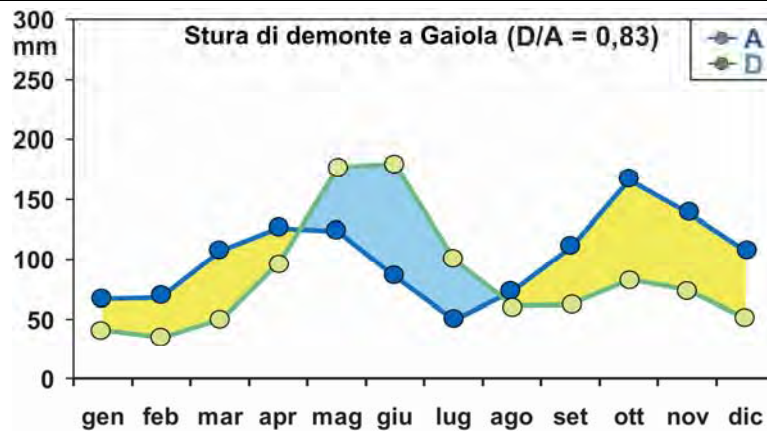
$H_{med} = 1.751$ m s.l.m.

$H_{sez} = 447$ m s.l.m.

$S = 582$ km²

$Q_{Ymed} = 20,1$ m³/s (34,5 L/s/km²)

$Q_{355} = 4,3$ m³/s (7,4 L/s/km²)



$H_{max} = 3.297$ m s.l.m.

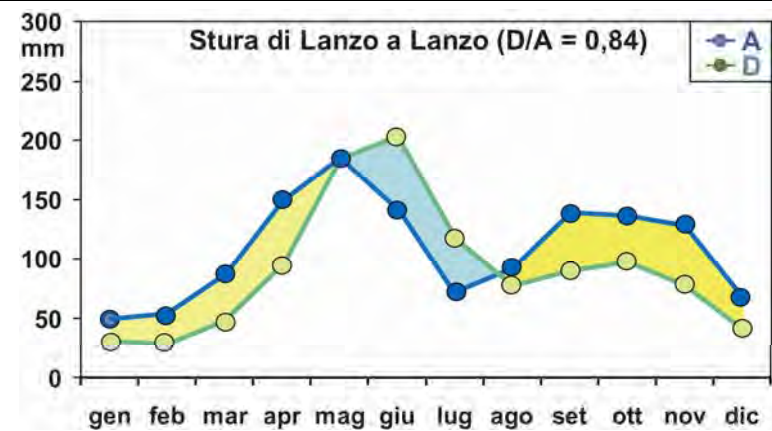
$H_{med} = 1.817$ m s.l.m.

$H_{sez} = 644$ m s.l.m.

$S = 562$ km²

$Q_{Ymed} = 18,0$ m³/s (32,0 L/s/km²)

$Q_{355} = 5,4$ m³/s (9,7 L/s/km²)



$H_{max} = 4.559$ m s.l.m.

$H_{med} = 1.480$ m s.l.m.

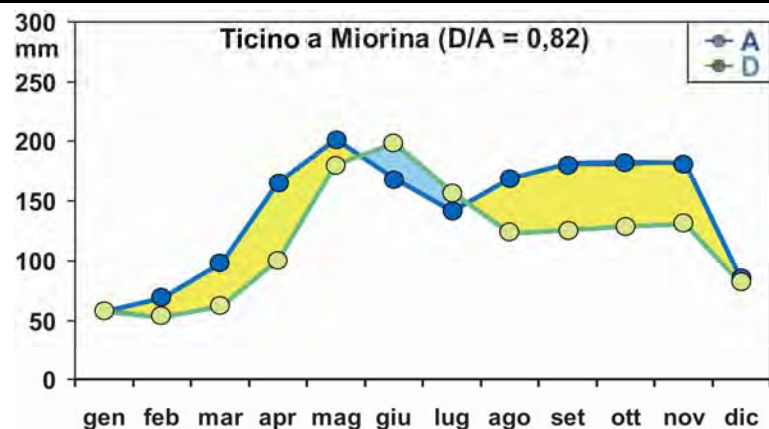
$H_{sez} = 326$ m s.l.m.

$S = 695$ km²

$Q_{Ymed} = 31,6$ m³/s (45,5 L/s/km²)

$Q_{355} = 4,1$ m³/s (5,9 L/s/km²)

Esempi di regimi idrologici del versante alpino centrale (distretto padano-veneto).



$H_{max} = 4.633$ m s.l.m.

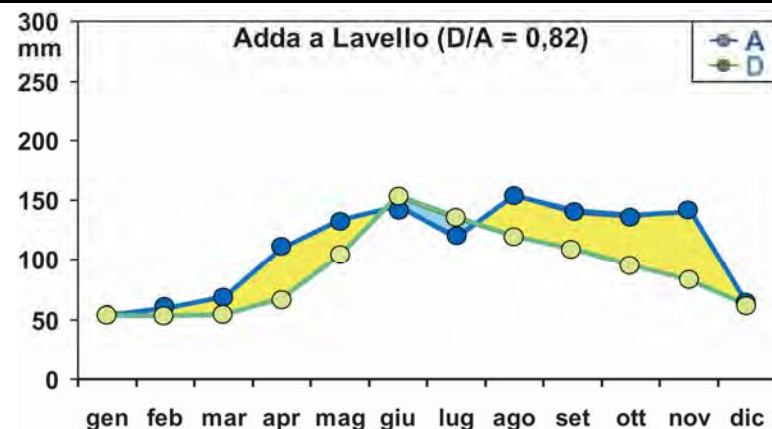
$H_{med} = 1.283$ m s.l.m.

$H_{sez} = 190$ m s.l.m.

$S = 6.599$ km²

$Q_{y_{med}} = 292$ m³/s (44,3 L/s/km²)

$Q_{355} = 157$ m³/s (34,3 L/s/km²)



$H_{max} = 4.572$ m s.l.m.

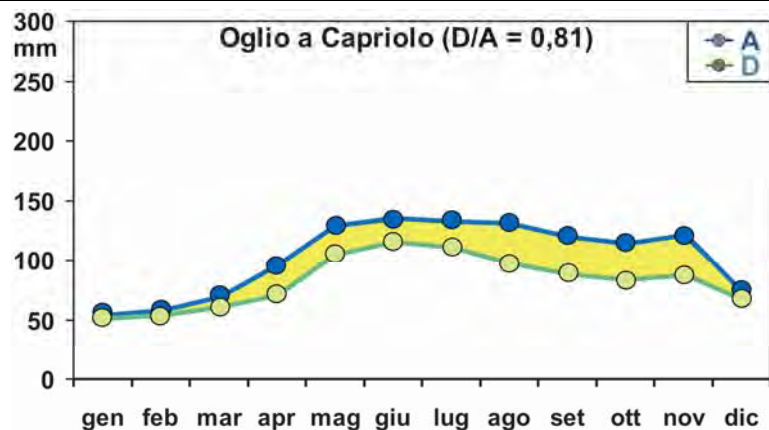
$H_{med} = 1.569$ m s.l.m.

$H_{sez} = 201$ m s.l.m.

$S = 4.572$ km²

$Q_{y_{med}} = 292$ m³/s (44,3 L/s/km²)

$Q_{355} = 56,4$ m³/s (12,3 L/s/km²)



$H_{max} = 3.554$ m s.l.m.

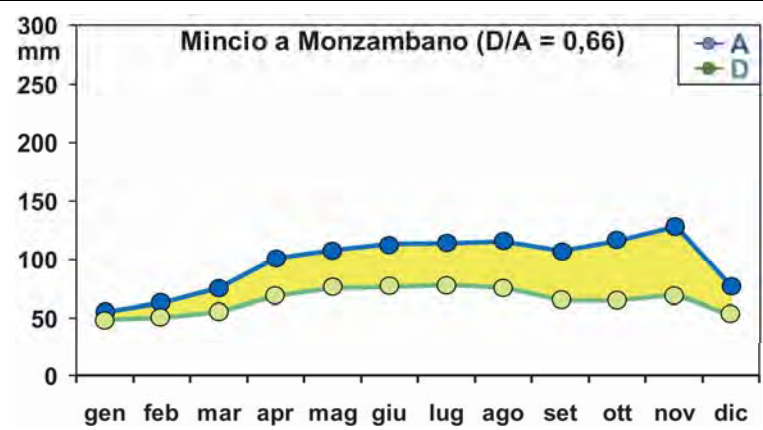
$H_{med} = 1.429$ m s.l.m.

$H_{sez} = 183$ m s.l.m.

$S = 1.842$ km²

$Q_{y_{med}} = 58,5$ m³/s (31,8 L/s/km²)

$Q_{355} = 25,0$ m³/s (13,6 L/s/km²)



$H_{max} = 3.556$ m s.l.m.

$H_{med} = 996$ m s.l.m.

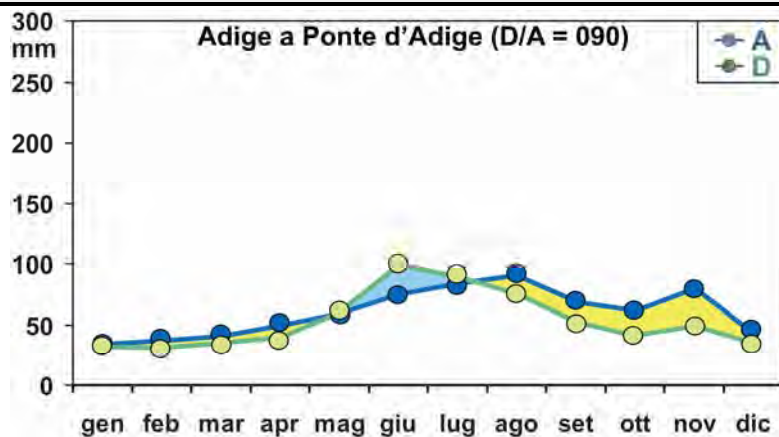
$H_{sez} = 85$ m s.l.m.

$S = 22.350$ km²

$Q_{y_{med}} = 57,6$ m³/s (24,5 L/s/km²)

$Q_{355} = 23,7$ m³/s (10,1 L/s/km²)

Esempi di regimi idrologici del versante alpino orientale (distretto padano-veneto).



$H_{max} = 3.899 \text{ m s.l.m.}$

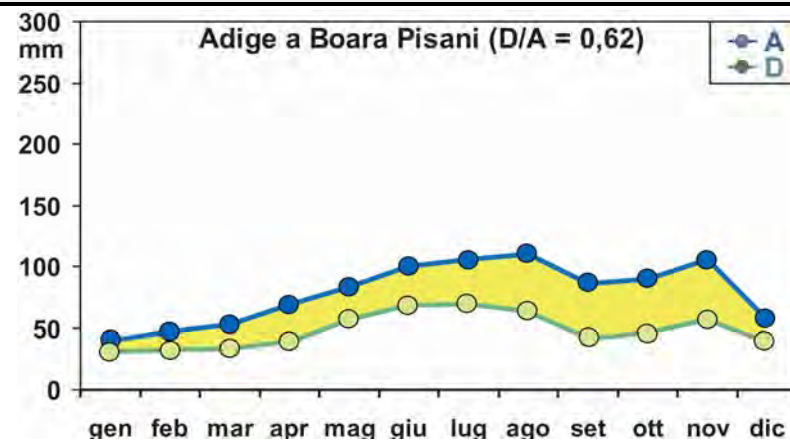
$H_{med} = 1.920 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 238 \text{ m s.l.m.}$

$S = 2.642 \text{ km}^2$

$Q_{Y_{med}} = 54,1 \text{ m}^3/\text{s} (20,5 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 21,7 \text{ m}^3/\text{s} (8,2 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 3.899 \text{ m s.l.m.}$

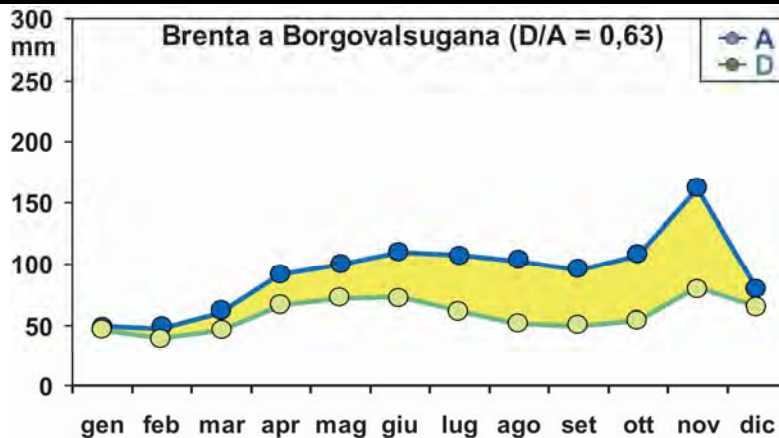
$H_{med} = 1.535 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 9 \text{ m s.l.m.}$

$S = 11.954 \text{ km}^2$

$Q_{Y_{med}} = 220 \text{ m}^3/\text{s} (18,4 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 95,7 \text{ m}^3/\text{s} (8,0 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 2.361 \text{ m s.l.m.}$

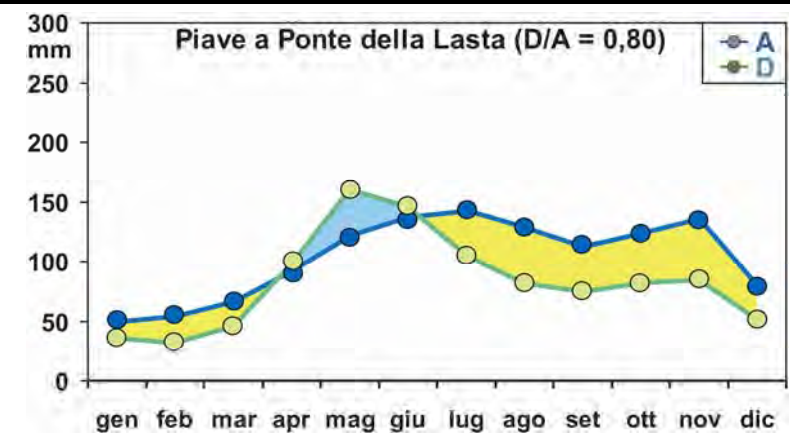
$H_{med} = 935 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 375 \text{ m s.l.m.}$

$S = 214 \text{ km}^2$

$Q_{Y_{med}} = 4,79 \text{ m}^3/\text{s} (22,4 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 1,60 \text{ m}^3/\text{s} (7,5 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 3.092 \text{ m s.l.m.}$

$H_{med} = 1.681 \text{ m s.l.m.}$

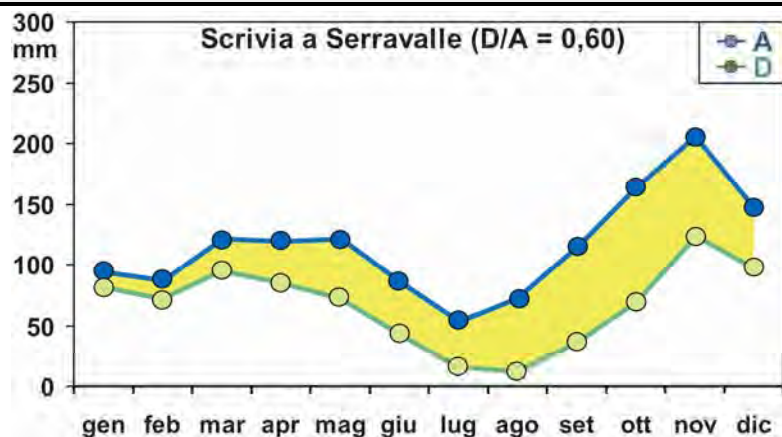
$H_{sez} = 849 \text{ m s.l.m.}$

$S = 357 \text{ km}^2$

$Q_{Y_{med}} = 11,30 \text{ m}^3/\text{s} (31,7 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 3,57 \text{ m}^3/\text{s} (10,0 \text{ L/s/km}^2)$

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico padano (distetto padano-veneto).



$H_{max} = 1.699$ m s.l.m.

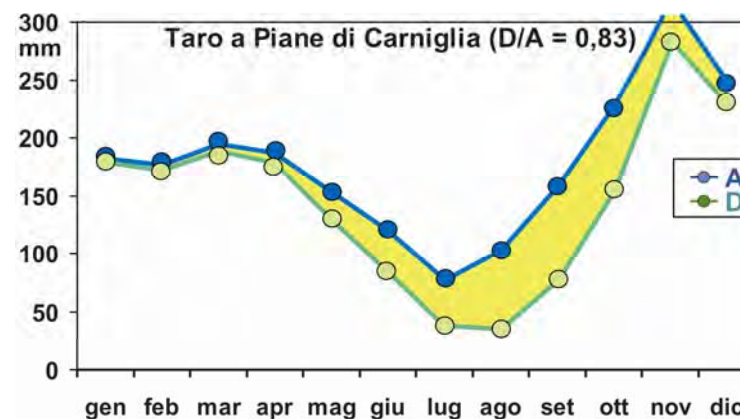
$H_{med} = 695$ m s.l.m.

$H_{sez} = 195$ m s.l.m.

$S = 605$ km²

$Q_{Ymed} = 15,8$ m³/s (26,1 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,75$ m³/s (1,24 L/s/km²)



$H_{max} = 1.735$ m s.l.m.

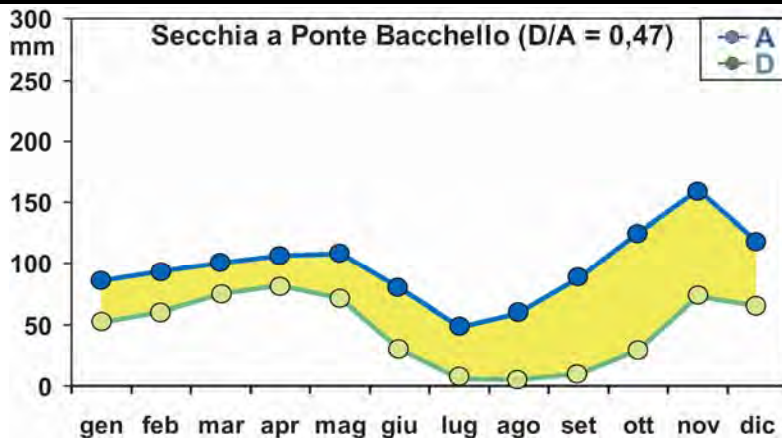
$H_{med} = 970$ m s.l.m.

$H_{sez} = 513$ m s.l.m.

$S = 91$ km²

$Q_{Ymed} = 5,10$ m³/s (56,4 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,40$ m³/s (4,42 L/s/km²)



$H_{max} = 2.120$ m s.l.m.

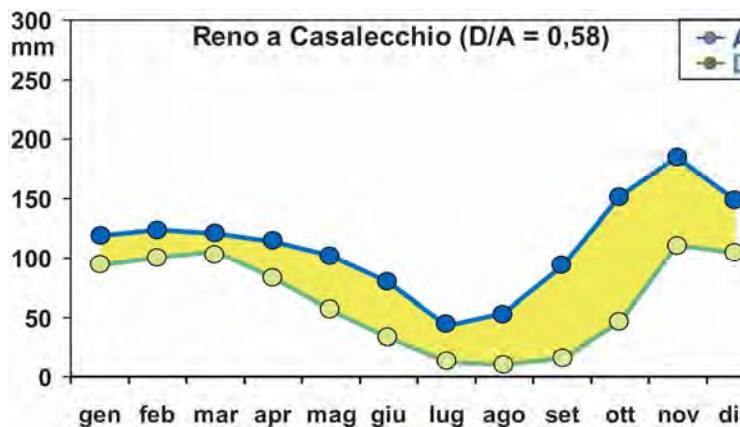
$H_{med} = 606$ m s.l.m.

$H_{sez} = 21$ m s.l.m.

$S = 1.292$ km²

$Q_{Ymed} = 22,7$ m³/s (17,6 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,45$ m³/s (0,35 L/s/km²)



$H_{max} = 1.945$ m s.l.m.

$H_{med} = 639$ m s.l.m.

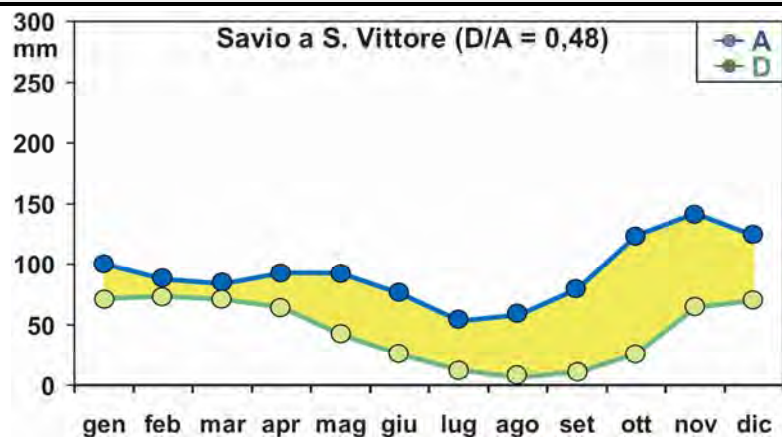
$H_{sez} = 60$ m s.l.m.

$S = 1.051$ km²

$Q_{Ymed} = 25,7$ m³/s (24,5 L/s/km²)

$Q_{355} = 1,46$ m³/s (1,39 L/s/km²)

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico adriatico romagnolo-marchigiano (distetto padano-veneto).



$H_{max} = 1.408$ m s.l.m.

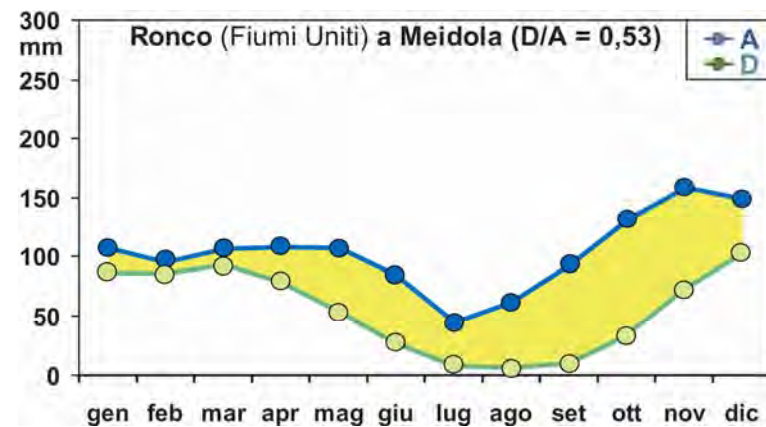
$H_{med} = 525$ m s.l.m.

$H_{sez} = 42$ m s.l.m.

$S = 597$ km²

$Q_{Ymed} = 10,1$ m³/s (16,9 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,16$ m³/s (0,27 L/s/km²)



$H_{max} = 1.657$ m s.l.m.

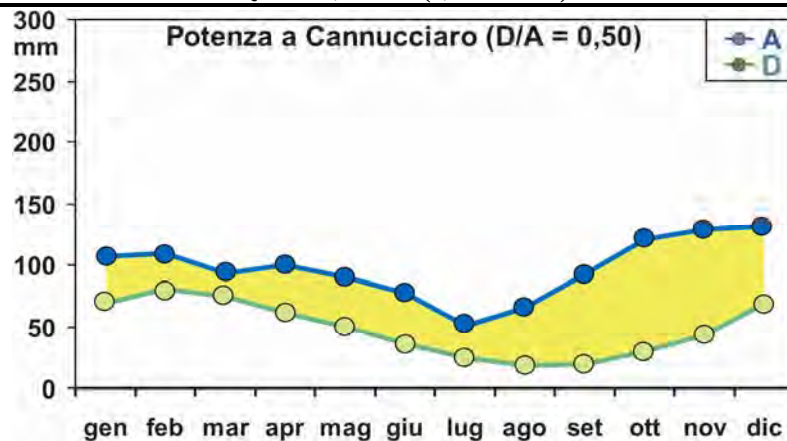
$H_{med} = 569$ m s.l.m.

$H_{sez} = 57$ m s.l.m.

$S = 442$ km²

$Q_{Ymed} = 9,21$ m³/s (20,8 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,26$ m³/s (0,59 L/s/km²)



$H_{max} = 1.570$ m s.l.m.

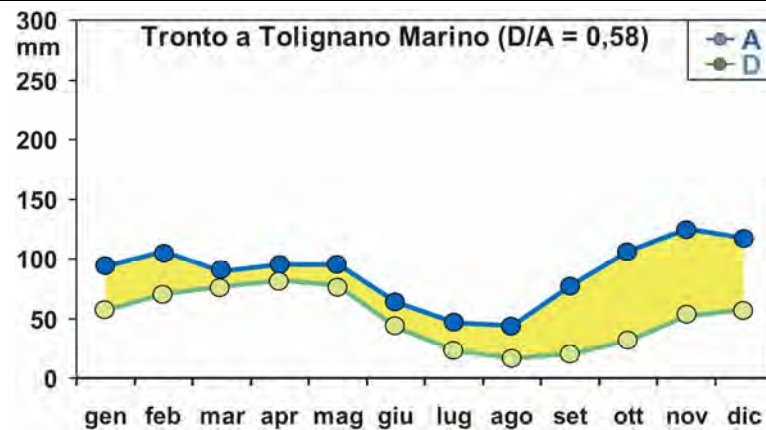
$H_{med} = 616$ m s.l.m.

$H_{sez} = 168$ m s.l.m.

$S = 439$ km²

$Q_{Ymed} = 8,04$ m³/s (18,3 L/s/km²)

$Q_{355} = 2,25$ m³/s (5,13 L/s/km²)



$H_{max} = 2.478$ m s.l.m.

$H_{med} = 959$ m s.l.m.

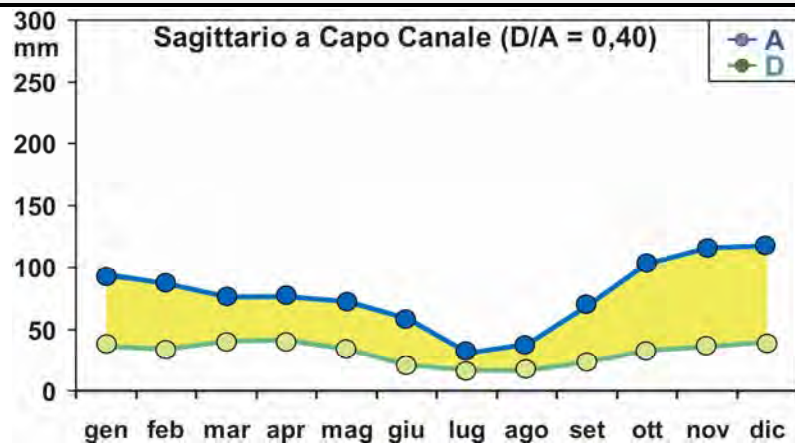
$H_{sez} = 90$ m s.l.m.

$S = 911$ km²

$Q_{Ymed} = 17,6$ m³/s (19,3 L/s/km²)

$Q_{355} = 3,09$ m³/s (3,39 L/s/km²)

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico adriatico abruzzese-molisano.



$H_{max} = 2.795 \text{ m s.l.m.}$

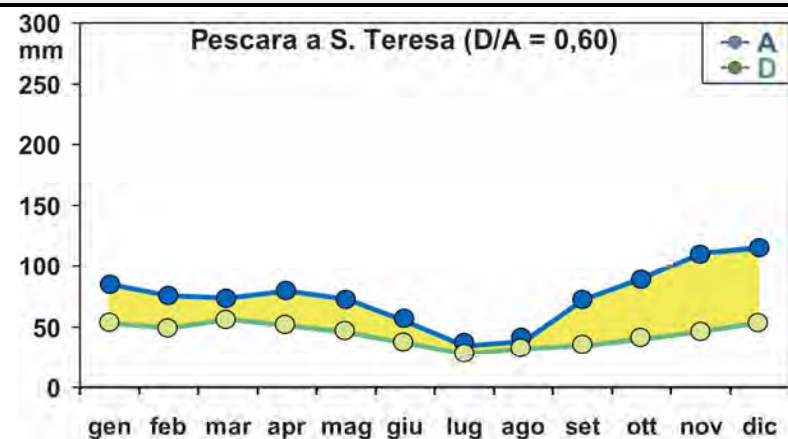
$H_{med} = 1.105 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 269 \text{ m s.l.m.}$

$S = 599 \text{ km}^2$

$Q_{Ymed} = 7,03 \text{ m}^3/\text{s} (11,7 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 2,08 \text{ m}^3/\text{s} (3,47 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 2.795 \text{ m s.l.m.}$

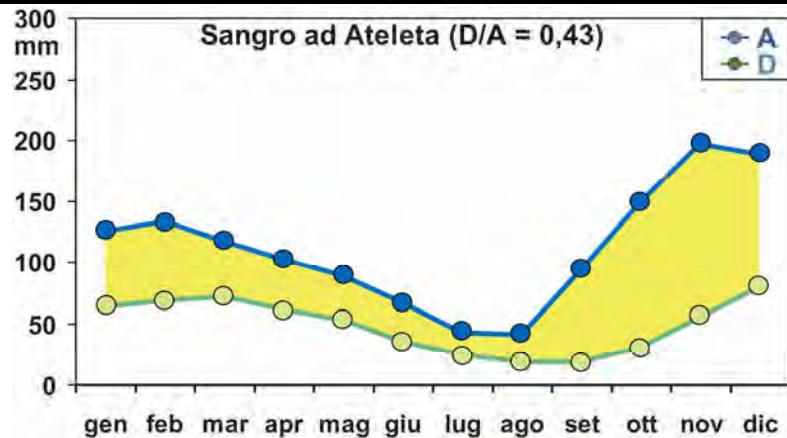
$H_{med} = 940 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 5 \text{ m s.l.m.}$

$S = 3.125 \text{ km}^2$

$Q_{Ymed} = 52,9 \text{ m}^3/\text{s} (16,9 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 31,6 \text{ m}^3/\text{s} (10,1 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 2.795 \text{ m s.l.m.}$

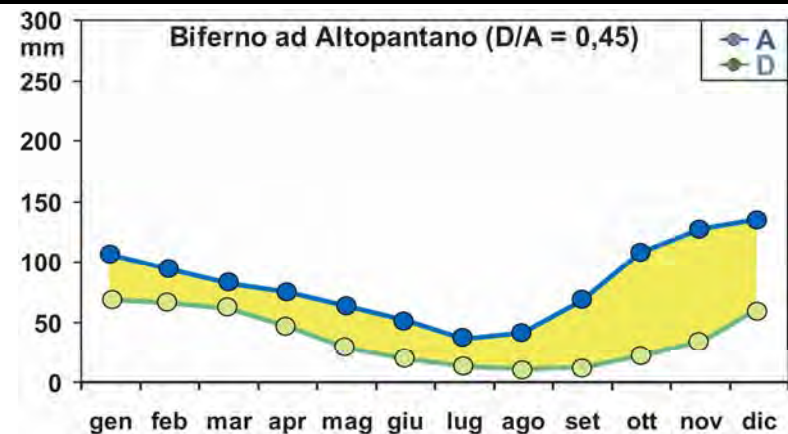
$H_{med} = 1.320 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 720 \text{ m s.l.m.}$

$S = 545 \text{ km}^2$

$Q_{Ymed} = 10,0 \text{ m}^3/\text{s} (18,4 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 2,10 \text{ m}^3/\text{s} (3,85 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 2.050 \text{ m s.l.m.}$

$H_{med} = 570 \text{ m s.l.m.}$

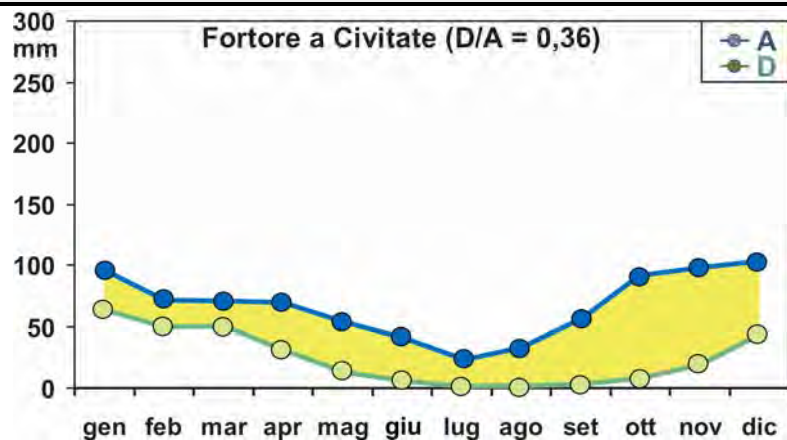
$H_{sez} = 7 \text{ m s.l.m.}$

$S = 1.290 \text{ km}^2$

$Q_{Ymed} = 18,0 \text{ m}^3/\text{s} (14,0 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 3,26 \text{ m}^3/\text{s} (2,53 \text{ L/s/km}^2)$

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico adriatico pugliese.



$H_{max} = 1.150$ m s.l.m.

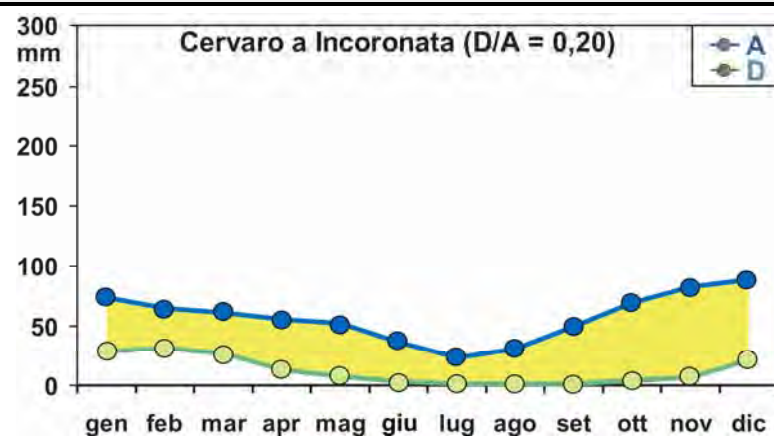
$H_{med} = 474$ m s.l.m.

$H_{sez} = 17$ m s.l.m.

$S = 1.527$ km²

$Q_{y_{med}} = 13,8$ m³/s (9,0 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,09$ m³/s (0,06 L/s/km²)



$H_{max} = 1.106$ m s.l.m.

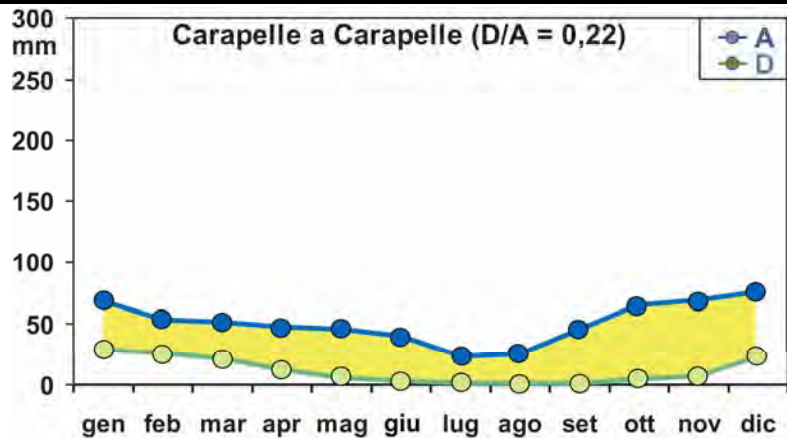
$H_{med} = 379$ m s.l.m.

$H_{sez} = 51$ m s.l.m.

$S = 657$ km²

$Q_{y_{med}} = 2,87$ m³/s (4,4 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,01$ m³/s (0,02 L/s/km²)



$H_{max} = 1.067$ m s.l.m.

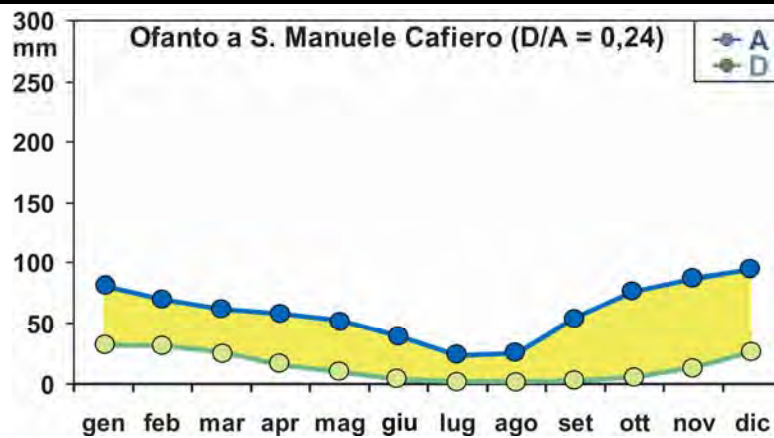
$H_{med} = 510$ m s.l.m.

$H_{sez} = 50$ m s.l.m.

$S = 720$ km²

$Q_{y_{med}} = 3,02$ m³/s (4,19 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,00$ m³/s (0,00 L/s/km²)



$H_{max} = 1.493$ m s.l.m.

$H_{med} = 454$ m s.l.m.

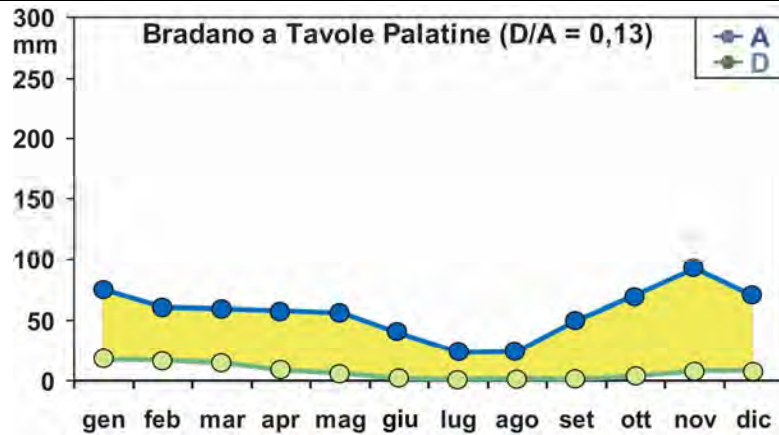
$H_{sez} = 32$ m s.l.m.

$S = 2.716$ km²

$Q_{y_{med}} = 15,1$ m³/s (5,6 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,26$ m³/s (0,10 L/s/km²)

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico ionico.



$H_{max} = 1.228 \text{ m s.l.m.}$

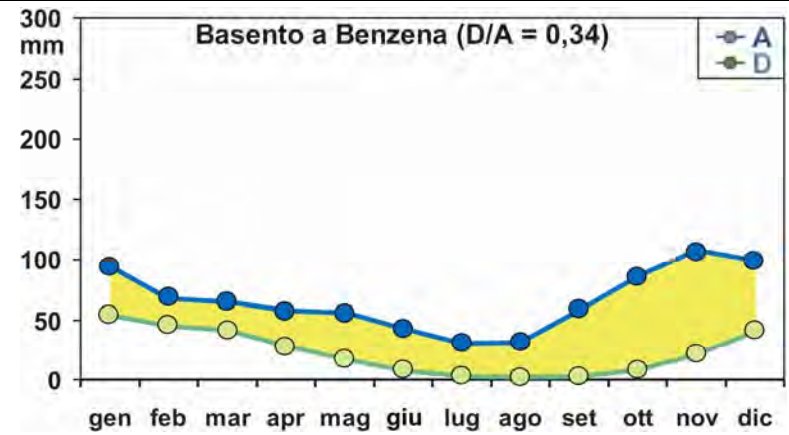
$H_{med} = 407 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 10 \text{ m s.l.m.}$

$S = 2.743 \text{ km}^2$

$Q_{y_{med}} = 7,33 \text{ m}^3/\text{s} (2,7 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 0,23 \text{ m}^3/\text{s} (0,08 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 1.835 \text{ m s.l.m.}$

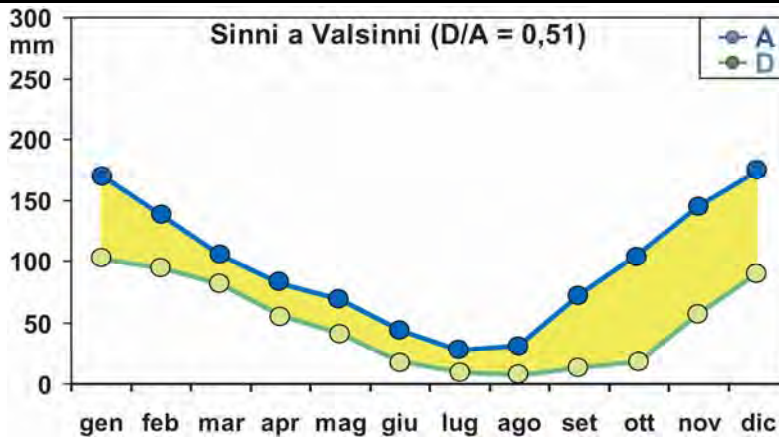
$H_{med} = 644 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 20 \text{ m s.l.m.}$

$S = 1.405 \text{ km}^2$

$Q_{y_{med}} = 12,2 \text{ m}^3/\text{s} (8,7 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 0,10 \text{ m}^3/\text{s} (0,07 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 2.271 \text{ m s.l.m.}$

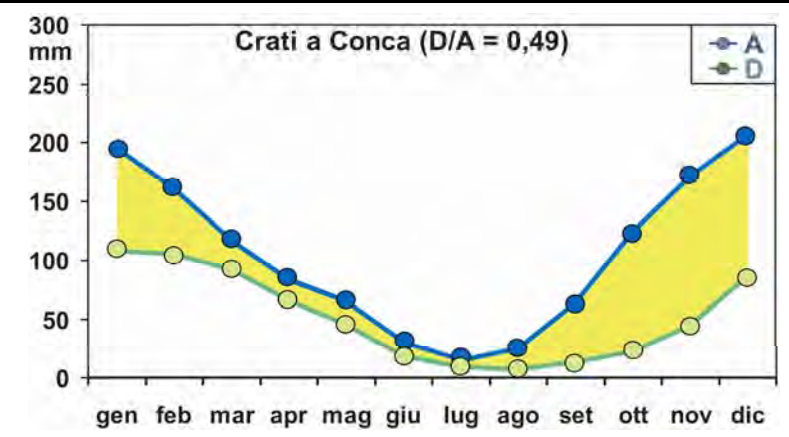
$H_{med} = 752 \text{ m s.l.m.}$

$H_{sez} = 148 \text{ m s.l.m.}$

$S = 1.142 \text{ km}^2$

$Q_{y_{med}} = 21,3 \text{ m}^3/\text{s} (18,7 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 1,70 \text{ m}^3/\text{s} (1,49 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{max} = 1.856 \text{ m s.l.m.}$

$H_{med} = 664 \text{ m s.l.m.}$

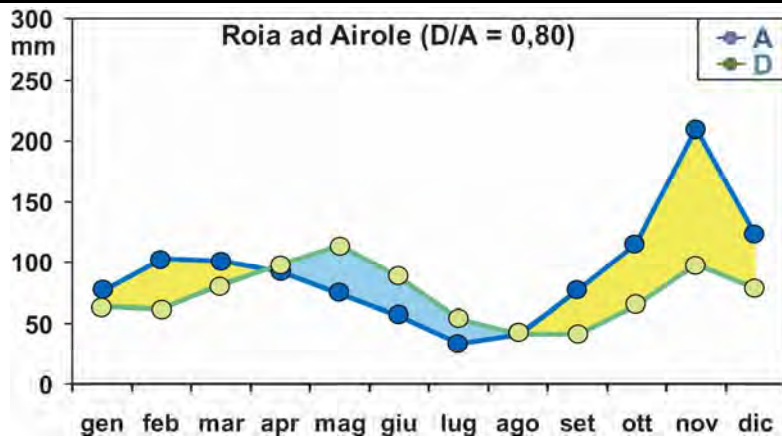
$H_{sez} = 35 \text{ m s.l.m.}$

$S = 1.332 \text{ km}^2$

$Q_{y_{med}} = 26,2 \text{ m}^3/\text{s} (19,7 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 0,80 \text{ m}^3/\text{s} (0,60 \text{ L/s/km}^2)$

Esempi di regimi idrologici del versante ligure.



$H_{\max} = 3.045 \text{ m s.l.m.}$

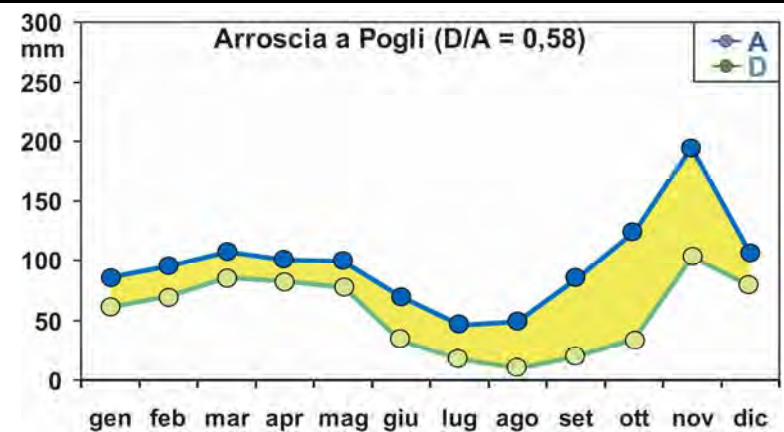
$H_{\text{med}} = 1.460 \text{ m s.l.m.}$

$H_{\text{sez}} = 90 \text{ m s.l.m.}$

$S = 478 \text{ km}^2$

$Q_{Y_{\text{med}}} = 13,3 \text{ m}^3/\text{s} (27,8 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 4,4 \text{ m}^3/\text{s} (9,2 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{\max} = 2.141 \text{ m s.l.m.}$

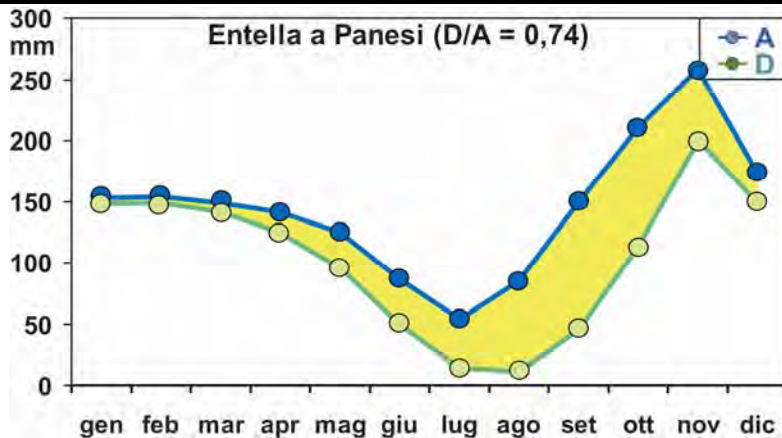
$H_{\text{med}} = 700 \text{ m s.l.m.}$

$H_{\text{sez}} = 69 \text{ m s.l.m.}$

$S = 202 \text{ km}^2$

$Q_{Y_{\text{med}}} = 4,29 \text{ m}^3/\text{s} (21,2 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 0,41 \text{ m}^3/\text{s} (2,03 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{\max} = 1.700 \text{ m s.l.m.}$

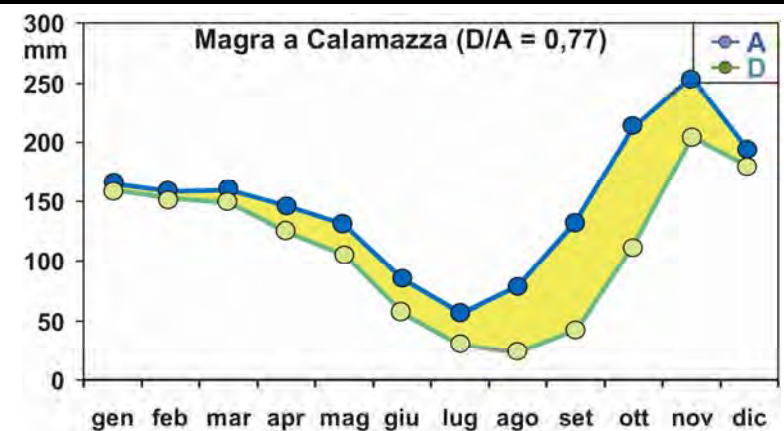
$H_{\text{med}} = 545 \text{ m s.l.m.}$

$H_{\text{sez}} = 8 \text{ m s.l.m.}$

$S = 364 \text{ km}^2$

$Q_{Y_{\text{med}}} = 10,0 \text{ m}^3/\text{s} (41,2 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 0,34 \text{ m}^3/\text{s} (0,93 \text{ L/s/km}^2)$



$H_{\max} = 1.904 \text{ m s.l.m.}$

$H_{\text{med}} = 612 \text{ m s.l.m.}$

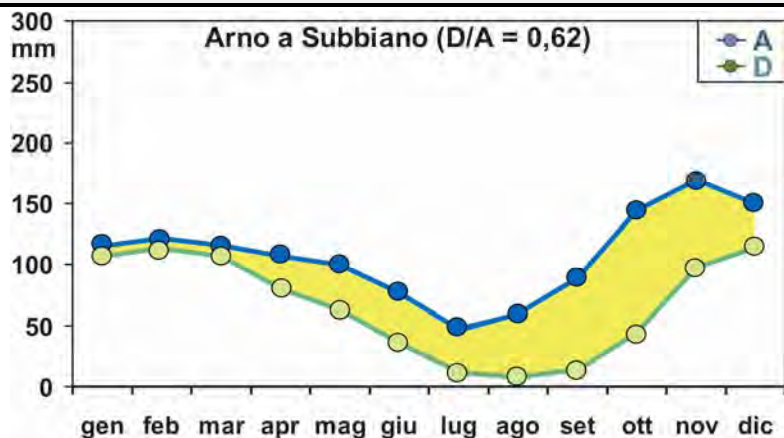
$H_{\text{sez}} = 45 \text{ m s.l.m.}$

$S = 939 \text{ km}^2$

$Q_{Y_{\text{med}}} = 40,6 \text{ m}^3/\text{s} (43,2 \text{ L/s/km}^2)$

$Q_{355} = 4,3 \text{ m}^3/\text{s} (4,6 \text{ L/s/km}^2)$

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico medio-alto tirrenico (distretto toscano-laziale).



$H_{max} = 1.657$ m s.l.m.

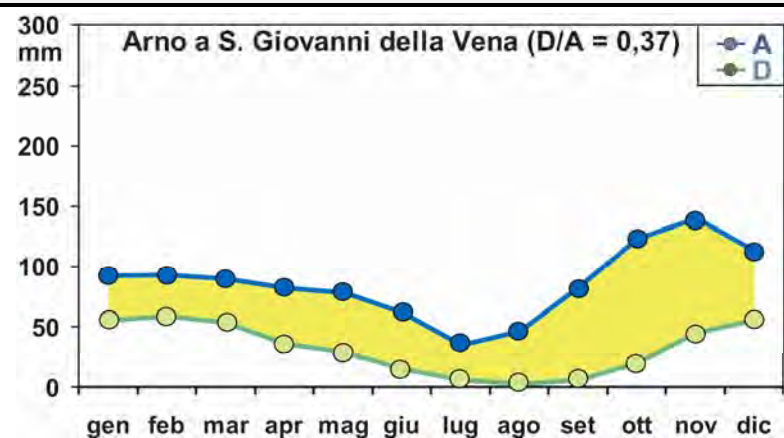
$H_{med} = 720$ m s.l.m.

$H_{sez} = 250$ m s.l.m.

$S = 738$ km²

$Q_{Ymed} = 18,9$ m³/s (25,6 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,66$ m³/s (0,89 L/s/km²)



$H_{max} = 1.657$ m s.l.m.

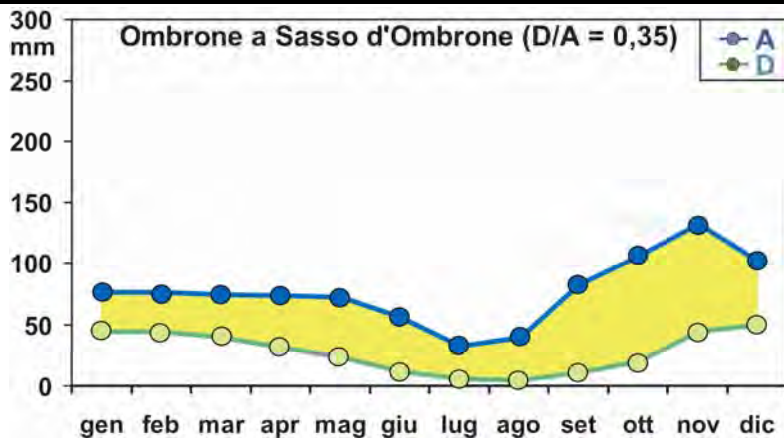
$H_{med} = 330$ m s.l.m.

$H_{sez} = 7$ m s.l.m.

$S = 8.186$ km²

$Q_{Ymed} = 99,3$ m³/s (12,1 L/s/km²)

$Q_{355} = 4,70$ m³/s (0,57 L/s/km²)



$H_{max} = 1.704$ m s.l.m.

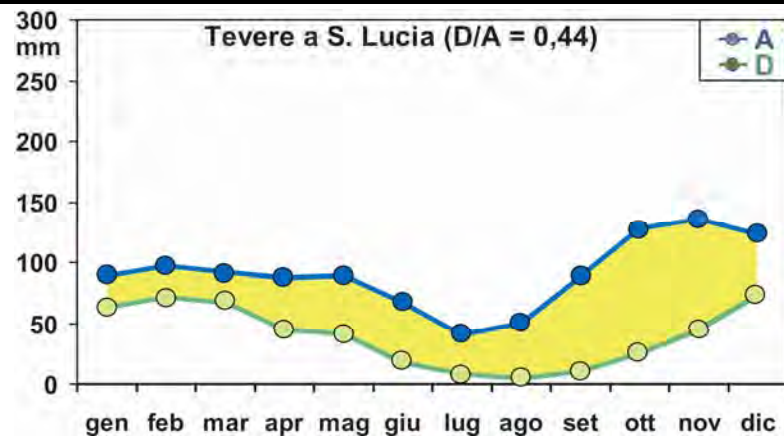
$H_{med} = 346$ m s.l.m.

$H_{sez} = 55$ m s.l.m.

$S = 364$ km²

$Q_{Ymed} = 27,3$ m³/s (10,3 L/s/km²)

$Q_{355} = 1,90$ m³/s (0,72 L/s/km²)



$H_{max} = 1.454$ m s.l.m.

$H_{med} = 580$ m s.l.m.

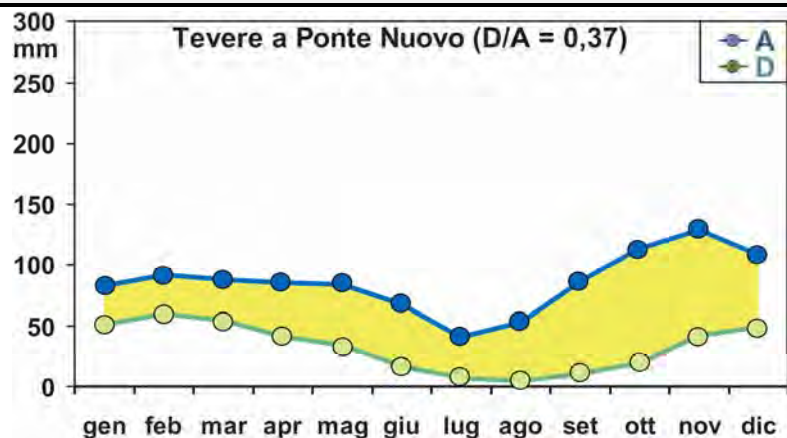
$H_{sez} = 261$ m s.l.m.

$S = 934$ km²

$Q_{Ymed} = 14,2$ m³/s (15,2 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,70$ m³/s (0,75 L/s/km²)

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico medio-alto tirrenico (distretto toscano-laziale).



$H_{max} = 1.570$ m s.l.m.

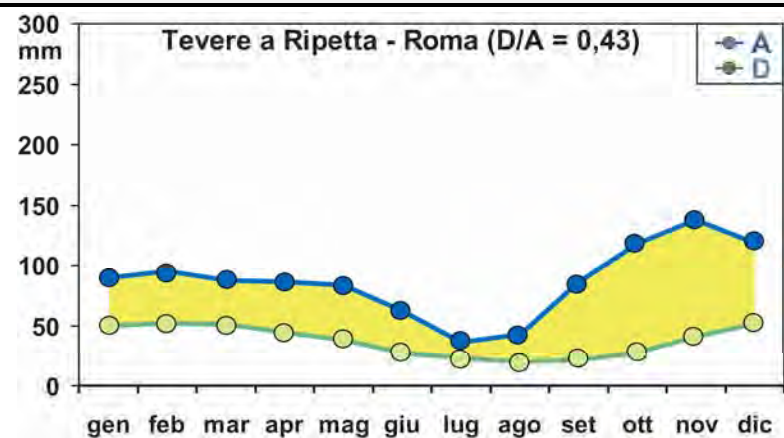
$H_{med} = 523$ m s.l.m.

$H_{sez} = 163$ m s.l.m.

$S = 4.147$ km²

$Q_{y_{med}} = 50,9$ m³/s (12,3 L/s/km²)

$Q_{355} = 4,15$ m³/s (1,00 L/s/km²)



$H_{max} = 2.478$ m s.l.m.

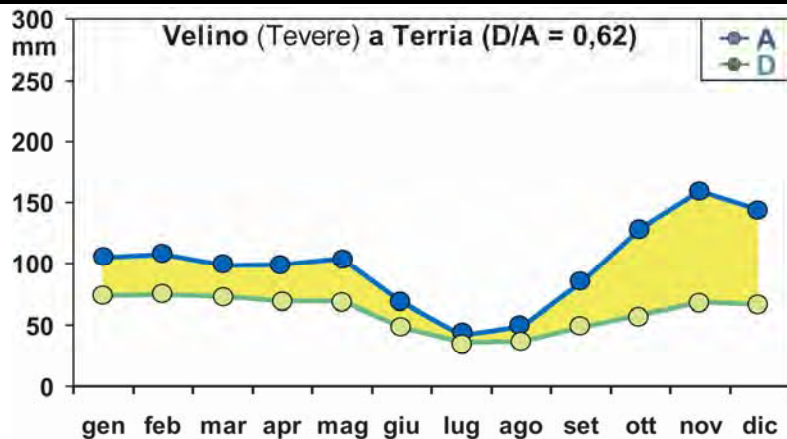
$H_{med} = 524$ m s.l.m.

$H_{sez} = 1$ m s.l.m.

$S = 16.545$ km²

$Q_{y_{med}} = 236$ m³/s (14,3 L/s/km²)

$Q_{355} = 101$ m³/s (6,1 L/s/km²)



$H_{max} = 2.487$ m s.l.m.

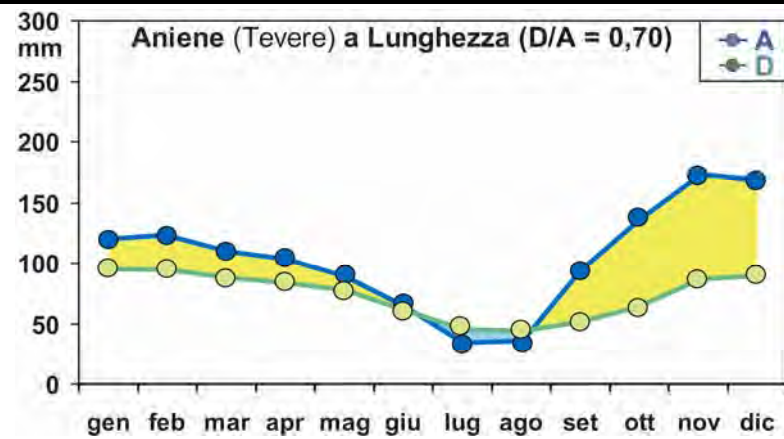
$H_{med} = 970$ m s.l.m.

$H_{sez} = 370$ m s.l.m.

$S = 2.076$ km²

$Q_{y_{med}} = 48,1$ m³/s (23,2 L/s/km²)

$Q_{355} = 15,5$ m³/s (7,5 L/s/km²)



$H_{max} = 2.487$ m s.l.m.

$H_{med} = 523$ m s.l.m.

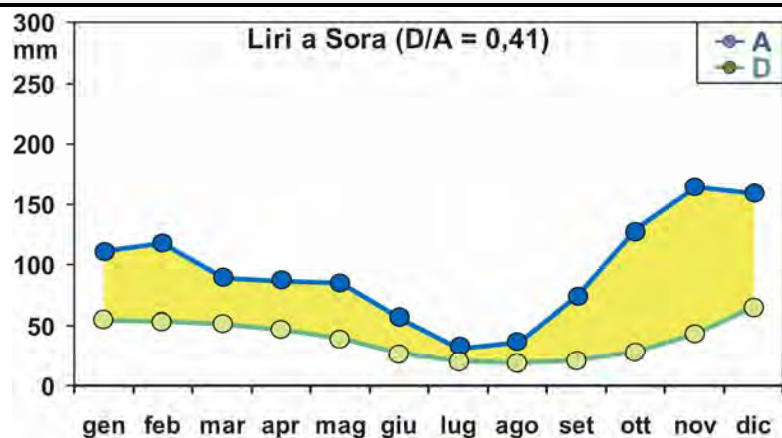
$H_{sez} = 23$ m s.l.m.

$S = 1.115$ km²

$Q_{y_{med}} = 31,1$ m³/s (27,9 L/s/km²)

$Q_{355} = 12,9$ m³/s (11,6 L/s/km²)

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico del basso tirreno campano.



$H_{max} = 2.349$ m s.l.m.

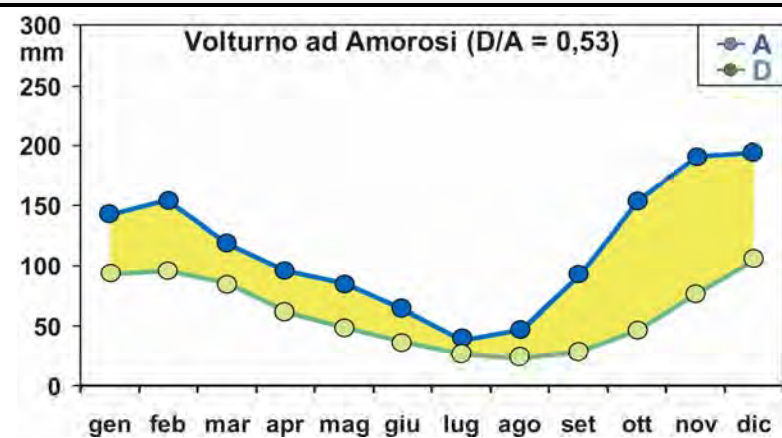
$H_{med} = 1.073$ m s.l.m.

$H_{sez} = 279$ m s.l.m.

$S = 1.329$ km²

$Q_{y_{med}} = 19,5$ m³/s (14,7 L/s/km²)

$Q_{355} = 4,54$ m³/s (3,42 L/s/km²)



$H_{max} = 2.241$ m s.l.m.

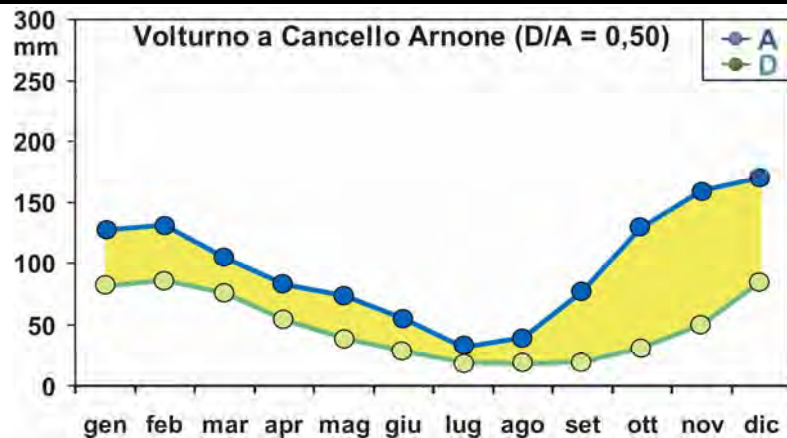
$H_{med} = 587$ m s.l.m.

$H_{sez} = 35$ m s.l.m.

$S = 2.015$ km²

$Q_{y_{med}} = 46,4$ m³/s (23,0 L/s/km²)

$Q_{355} = 11,8$ m³/s (5,9 L/s/km²)



$H_{max} = 2.241$ m s.l.m.

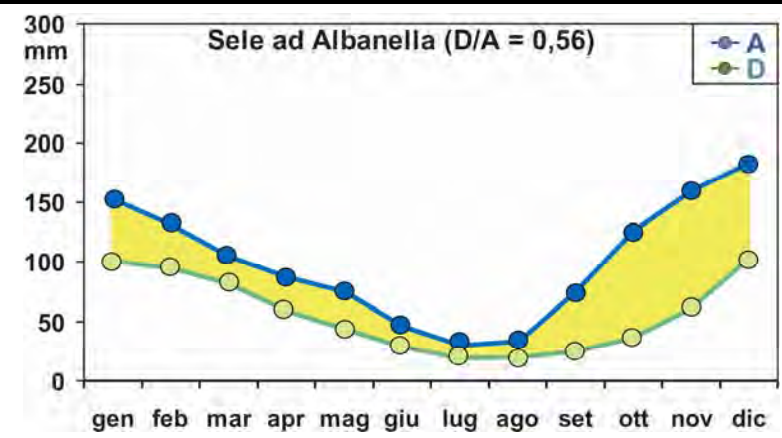
$H_{med} = 532$ m s.l.m.

$H_{sez} = 3$ m s.l.m.

$S = 5.558$ km²

$Q_{y_{med}} = 103$ m³/s (18,5 L/s/km²)

$Q_{355} = 25,2$ m³/s (4,5 L/s/km²)



$H_{max} = 1.899$ m s.l.m.

$H_{med} = 670$ m s.l.m.

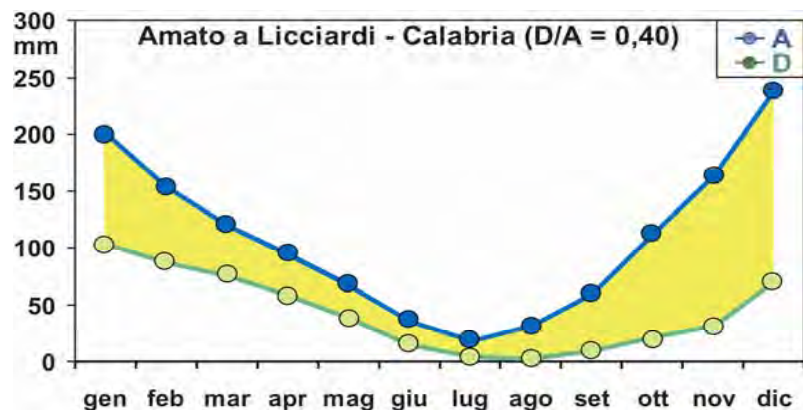
$H_{sez} = 1$ m s.l.m.

$S = 3.235$ km²

$Q_{y_{med}} = 69,3$ m³/s (21,4 L/s/km²)

$Q_{355} = 10,3$ m³/s (3,2 L/s/km²)

Esempi di regimi idrologici del versante appenninico calabro e delle isole.



$H_{max} = 1.417$ m s.l.m.

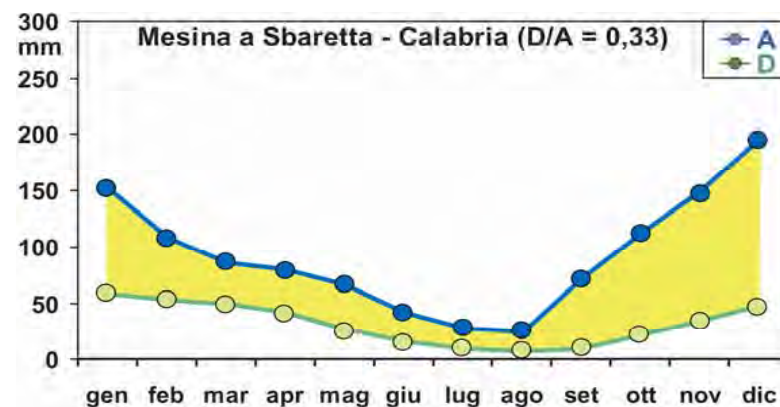
$H_{med} = 474$ m s.l.m.

$H_{sez} = 10$ m s.l.m.

$S = 435$ km²

$Q_{y_{med}} = 7,40$ m³/s (17,0 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,14$ m³/s (0,32 L/s/km²)



$H_{max} = 1.276$ m s.l.m.

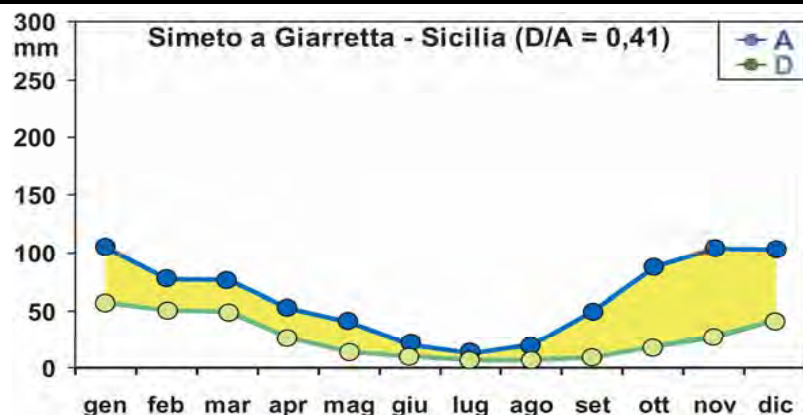
$H_{med} = 385$ m s.l.m.

$H_{sez} = 26$ m s.l.m.

$S = 364$ km²

$Q_{y_{med}} = 5,0$ m³/s (11,8 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,49$ m³/s (1,16 L/s/km²)



$H_{max} = 3.274$ m s.l.m.

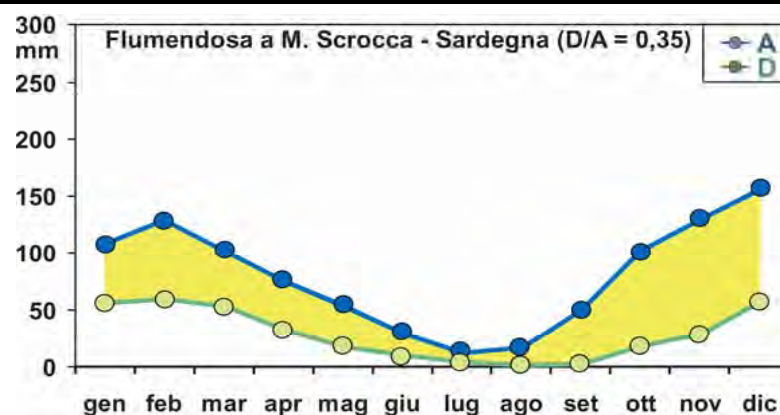
$H_{med} = 793$ m s.l.m.

$H_{sez} = 17$ m s.l.m.

$S = 1.832$ km²

$Q_{y_{med}} = 17,9$ m³/s (9,8 L/s/km²)

$Q_{355} = 1,77$ m³/s (0,97 L/s/km²)



$H_{max} = 1.834$ m s.l.m.

$H_{med} = 741$ m s.l.m.

$H_{sez} = 82$ m s.l.m.

$S = 1.011$ km²

$Q_{y_{med}} = 10,8$ m³/s (10,7 L/s/km²)

$Q_{355} = 0,29$ m³/s (0,29 L/s/km²)

APPENDICE 2 - AREALI NATURALI DELLE DISTRIBUZIONI DELLE SPECIE ITTICHE ITALIANA D'ACQUA DOLCE

<i>Lampetra zanandreae</i>	Lampreda padana	pag.	66
<i>Lampetra planeri</i>	Lampreda di ruscello	pag.	66
<i>Acipenser naccarii</i>	Storione cobice	pag.	67
<i>Acipenser sturio</i>	Storione comune	pag.	68
<i>Huso huso</i>	Storione ladano	pag.	69
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguilla	pag.	70
<i>Alosa fallax</i>	Cheppia/alosa	pag.	71
<i>Alosa agone</i>	Agone	pag.	71
<i>Alburnus arborella</i>	Alborella	pag.	72
<i>Alburnus albidus</i>	Alborella meridionale	pag.	72
<i>Barbus caninus</i>	Barbo canino	pag.	73
<i>Barbus plebejus</i>	Barbo	pag.	74
<i>Barbus tyberinus</i>	Barbo tiberino	pag.	75
<i>Chondrostoma soetta</i>	Savetta	pag.	76
<i>Romanogobio bonacensis</i>	Gobione italico	pag.	77
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Sanguinerola	pag.	78
<i>Protochondrostoma genei</i>	Lasca	pag.	79
<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	Triotto	pag.	80
<i>Rutilus pigus</i>	Pigo	pag.	81
<i>Rutilus rubilio</i>	Rovella	pag.	82
<i>Scardinius hesperidicus</i>	Scardola padana	pag.	83
<i>Scardinius scardafa</i>	Scardola tiberina	pag.	83
<i>Squalius lucumonis</i>	Cavedano etrusco	pag.	84
<i>Squalius squalus</i>	Cavedano	pag.	85
<i>Telestes muticellus</i>	Vairone	pag.	86
<i>Tinca tinca</i>	Tinca	pag.	87
<i>Barbatula barbatula</i>	Cobite barbatello	pag.	88
<i>Cobitis bilineata</i>	Cobite comune	pag.	89
<i>Cobitis zanandreae</i>	Cobite del Volturmo	pag.	89
<i>Sabanejewia larvata</i>	Cobite mascherato	pag.	90
<i>Esox cisalpinus</i>	Luccio italico	pag.	91
<i>Lota lota</i>	Bottatrice	pag.	92
<i>Gasterosteus gymnuris</i>	Spinarello	pag.	93
<i>Salapia fluviatilis</i>	Cagnetta	pag.	94
<i>Gobius nigricans</i>	Ghiozzo di ruscello	pag.	95
<i>Padogobius bonelli</i>	Ghiozzo padano	pag.	95
<i>Knipowitschia punctatissima</i>	Panzarolo	pag.	96
<i>Perca fluviatilis</i>	Persico reale	pag.	97
<i>Salmo carpio</i>	Carpione del Garda	pag.	98
<i>Salmo fibreni</i>	Carpione del Fibreno	pag.	98
<i>Salmo cetti</i>	Trota insulare	pag.	99
<i>Salmo ghigi</i>	Trota appenninica	pag.	99
<i>Salmo marmoratus</i>	Trota marmorata	pag.	99
<i>Thymallus thymallus</i>	Temolo	pag.	100
<i>Cottus gobio</i>	Scazzone	pag.	101

Petromyzontiformes	Petromyzontidae	<i>Lampetra zanandreae</i>	Lampreda padana
		<i>Lampetra planeri</i>	Lampreda di ruscello



Acipenseriformes

Acipenseridae

Acipenser naccarii

Storione cobice







Clupeiformes	Clupeidae	<i>Alosa fallax</i>	Cheppia/alosa
		<i>Alosa agone</i>	Agone



















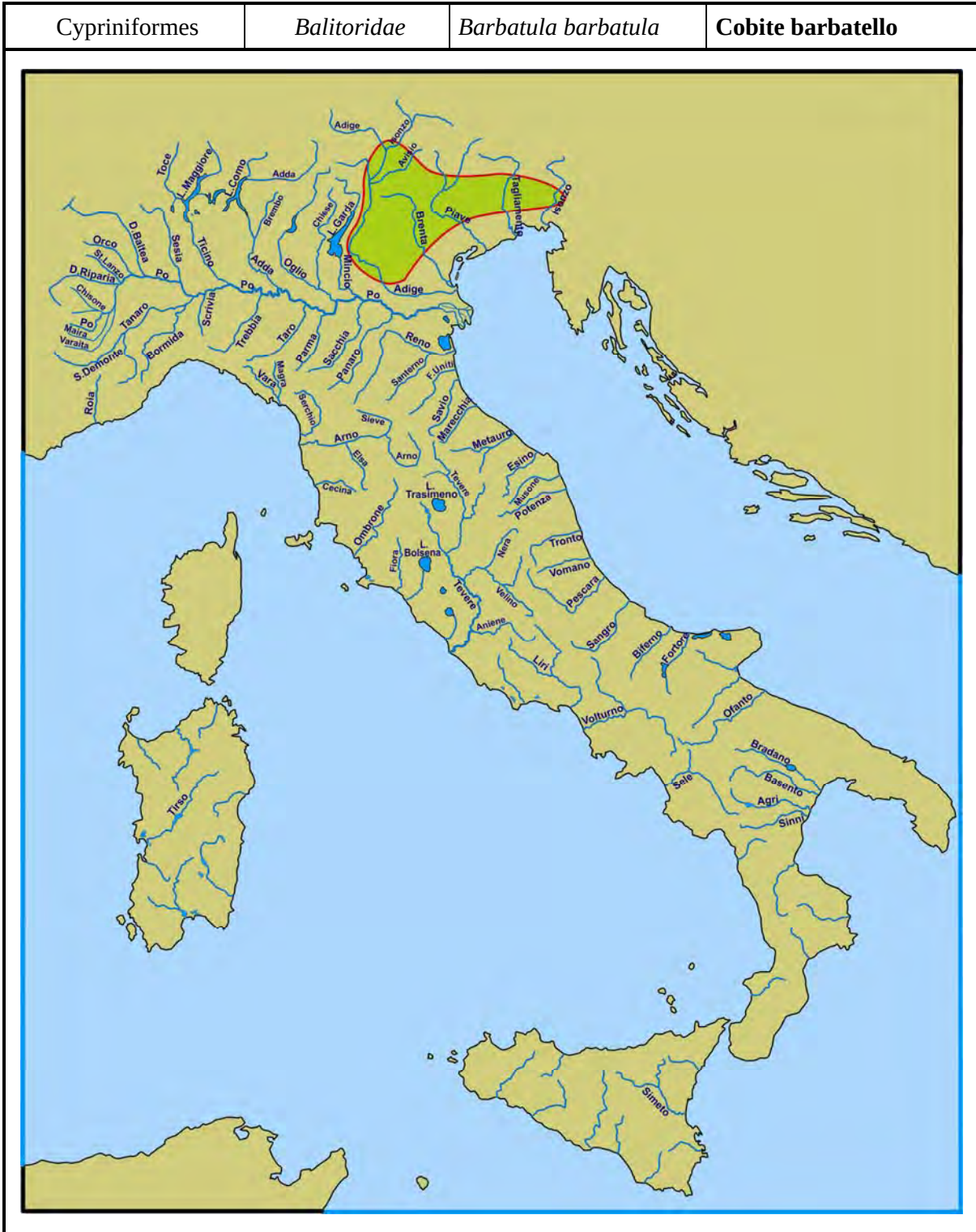




























Perciformes	Salmonidae	<i>Salmo carpio</i>	Carpione del Garda
		<i>Salmo fibreni</i>	Carpione del Fibreno

The map illustrates the geographical distribution of two fish species in Italy. The first species, *Salmo carpio* (Carpione del Garda), is found in the northern Po river basin, indicated by a red line and a yellow circle. The second species, *Salmo fibreni* (Carpione del Fibreno), is found in the southern Liri river basin, also indicated by a red line and a yellow circle. The map shows the outlines of Italy and its major river networks, with labels for numerous rivers and lakes.



