

76A

76

CENTRO STUDI DI PESCARA PER L'IGIENE
ED IL CONTROLLO SANITARIO DEI PRODOTTI DELLA PESCA
(Direttore: Prof. Dott. GUGLIELMO CIANI)

IDROBIOLOGIA PISCICOLA DELLE ACQUE INTERNE

Lezioni tenute dal Prof. Giampaolo Moretti, Direttore
dell'Istituto di Idrobiologia e Piscicoltura « G. B. Grassi »
Monte del Lago sul Trasimeno al 5° Corso teorico-pratico
per Veterinari sulla Ispezione Sanitaria Industria e
Commercio dei prodotti ittici.

(Pescara, 20 Agosto - 18 Ottobre 1958)

Edizioni de « Il Giornale della Pesca »
Roma - 1958

a) Il corpo può *appiattirsi* dorso ventralmente o comprimendosi ai lati. Le spinte idrodinamiche che agiscono sull'animale vengono così neutralizzate o sfruttate per realizzare una maggiore adesione.

b) Il corpo si provvede di *unghie, uncini, ventose* e organi adesivi vari atti ad assicurarne la perfetta adesione al substrato impedendone di distaccarsi e di essere travolto dalla corrente impetuosa.



c) L'animale si fabbrica un fodero con seta, sabbia, pietruzze, fuscilli a forma di scudo o spinoso o ancorizzato che ne evita il convogliamento ad opera della corrente. O secerne una conchiglia spartiacque a forma di berretto frigio.

Anche i pesci dei fiumi e dei torrenti palesano un *profilo* e una *sezione* del corpo inconfondibili. Basta confrontare il corpo di una trota di fiume (a forma ellittica) con quello di una carpa di stagno (forma ovoidale) per rendersene subito conto.

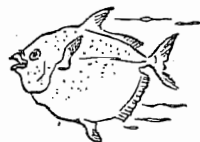
Spesso gli organismi si fissano in gruppi o colonie alle pietre esposte alla corrente; questo processo di adesione al substrato è chiamato *tigotassi positiva*.

È anche caratteristico comportamento degli organismi delle acque correnti di disporsi spontaneamente *contro* corrente. Questo fenomeno è noto col nome di *reotassi positiva*. Si verifica così, sia uno scaglionamento degli animali lungo il corso del fiume, da monte a valle; o da

una sponda all'altra, secondo il graduale diminuire della corrente e le attitudini di ciascuna specie a sfruttare il deflusso delle acque, sia una disposizione in senso verticale sulla singola pietra, in base alla diversa esposizione all'urto dell'acqua e alla resistenza dei reobionti al fenomeno corrente.

Il reotropismo degli animali che abitano i fiumi è stato di recente indagato con un procedimento statistico che si basa sull'impiego di pietre artificiali (cemento, graniglia), squadrate a forma di cubo o di parallelepipedo ondulato. Collocandole in diversi punti del corso d'acqua, permettono agli animali di disporsi a piacimento, scegliendo questa o quella faccia, la cavità o la cresta dell'ondulazione, a seconda della intensità e della direzione della corrente e quindi del grado di reofilia di ciascuno.

È importante conoscere la velocità massima di corrente sopportata dai diversi pesci, sia per attuare appropriati ripopolamenti nei corsi d'acqua, sia per la scelta del tipo di *scale di monta* o di canale regolato e l'impostazione da adottare.



La velocità di corrente può essere misurata col classico tubo capillare ad angolo di Pitot, o col mulinello di Voltmann. Ora esistono piccoli correntometri contagiri di impiego semplice e pratico.

Kreitmann che ha studiato con ingegnosi dispositivi le velocità limiti di corrente per alcune specie ittiche ha ottenuto i seguenti risultati:

<i>Specie ittica</i>	<i>Vel. lim. m/s.</i>	<i>Comportamento</i>
<i>Salmo fario</i>	4,40	Non si stanca di nuotare contro corrente
<i>Squalius cephalus</i>	2,70	Nuota con energia, ma cede dopo uno sforzo prolungato
<i>Barbus barbus</i>	2,40	Nuota con energia, ma cede dopo uno sforzo prolungato
<i>Perca fluviatilis</i>	0,60	Lotta vigorosamente contro la corrente
<i>Tinca tinca</i>	0,50	Sopporta quasi passivamente l'urto dell'acqua
<i>Cyprinus carpio</i>	0,40	Compie palesi sforzi di breve durata

Quando un pesce passa da una condotta forzata in una turbina, subisce una violenta depressione pari alla perdita improvvisa del peso della colonna d'acqua. Si è tuttavia potuto stabilire che i pesci sopportano senza danno pressioni elevatissime (200 atmosfere il ciprino) e istantanee depressioni (20 atmosfere le trote, i lucci e le carpe, anche se avvannotti).

La temperatura

La termica di un corso d'acqua dipende dal tipo di alimentazione (ghiacciaio, sorgente, emissario lacustre), dalla posizione geografica (regione polare, zone temperate, tropicali, equatoriali), dalla quota (monti, valli, pianure), dall'orientamento (mezzogiorno, settentrione), dall'ombreggiamento (alvei in terreni boschivi o scoperti e assolati), dalle precipitazioni atmosferiche (letti alimentati dalle piogge o dalle nevi), dalla portata, profondità, affluenti, ecc.

Il tratto iniziale o sorgivo del corso d'acqua è però caratterizzato dalla grande costanza di temperatura che può rimanere quasi invariata per tutto l'anno, sui 4-6 gradi in alta montagna, sui 12-15 in pianura o corrispondere alle medie della temperatura annua dell'atmosfera in quel punto. Altrimenti la temperatura va aumentando dalla sorgente alla foce e varia, nello stesso corso d'acqua, tanto durante la giornata quan-

to durante l'anno, con oscillazioni meno ampie nel tratto superiore di alta quota e più ampie nel tratto inferiore o terminale. Le variazioni di temperatura che un corso d'acqua può subire nel corso dell'anno sono chiaramente denunciate da certi vermi plateminti turbellari frequenti sul fondo. Così la *Planaria alpina* non tollera oscillazioni termiche superiori al 10°-11°, *Polycelis cornuta* arriva fino a variazioni di 14°-15° e *Planaria gonocephala* si adatta a temperature che hanno uno scarto anche di 23°-24°. La prima, *stenoterma* di acque fredde, abbisogna di temperature costanti e basse; l'ultima è *euriterma*, tollera ampie oscillazioni di temperatura.

Composizione chimica delle acque correnti.

La quantità e la natura dei sali disciolti variano sensibilmente, non solo da una regione all'altra, e quindi da un sistema idrico ad un altro, ma anche lungo lo stesso corso d'acqua. Un fiume può esordire con acque *acide* e divenire *alcalino* lungo il tragitto o viceversa, a seconda della natura chimica del suolo in cui s'è scavato il letto. Può avere acque dure in un tratto (40 gr. fr.) e oligominerali in un altro (10-15 gr. fr.). Gli affluenti di una sponda possono addurre acque di composizione chimica diversa di quelli della sponda

opposta (T. Sentino - Marche) e l'alternarsi delle piene e delle magre fa variare nel corso dell'anno la composizione chimica del fiume. Sono noti casi di corsi d'acqua con forte contenuto di *acido solfidrico* e di *cloruro di sodio* nei quali la vita del pesce è inibita o fortemente compromessa e la faunula e la florula che li abitano sono costituite da esponenti particolari. Come si vedrà più avanti, i fiumi che attraversano gli agglomerati urbani e i centri industriali sono soggetti a inquinarsi di sostanze di rifiuto che fanno mutare la fisionomia chimica che essi avevano a monte (F. Tronto - F. Pescara - F. Nera) con conseguenze spesso assai dannose alla pesca. Di norma le acque acide, con un tenore elevato in *ferro*, sono nocive sia allo sviluppo delle uova che a quello degli avannotti e degli adulti.



Nei corsi d'acqua *calcarei* la trota cresce di più che in quelli granitici per un migliore sviluppo del sistema scheletrico e quindi anche delle masse muscolari.

E' importante conoscere l'*alcalinità* di un'acqua (S.B.V.) che spesso è proporzionale al tenore di bicarbonato di calcio. La stabilità del pH è infatti sovente legata alla riserva alcalina. Acque con S.B.V. di 0,1-0,15 non si prestano alla piscicoltura; quelle con 0,25 danno una produttività media e quelle con 1-4 assicurano produttività massima. La quantità di *ossigeno* contenuta nelle acque correnti varia dalla sorgente alla foce. Per lo più le acque ne sono sottosature alla scaturigine e alle risorgive (F. Vomano - F. Pescara) e poi si vanno saturando lungo il tragitto. La sottosaturazione di O_2 delle acque sorgive è dovuta

al tragitto sotterraneo della falda freatica che non ha avuto modo di mescolarsi con l'aria atmosferica. Uscendo all'esterno, le acque sorgive si arricchiscono facilmente e rapidamente di ossigeno sia ad opera del contatto turbolento con l'aria, sia ad opera delle alghe verdi e della vegetazione sommersa. La copertura di alghe (diatomee) sui ciottoli e sulle pietre del fondo lascia scorgere un evidente ritmo nictemerale nella produzione dell'ossigeno, anche nelle acque correnti prive di macrofite acquatiche.

Le cascate arricchiscono i corsi d'acqua di ossigeno, ma se le acque erano già sovrasature a monte, può aversi, al contrario, una perdita del gas in eccesso.

E' norma abituale di imporre alle acque che escono dai centri abitati con un tasso insufficiente di ossigeno, un salto, allo scopo di ridare loro il giusto contenuto di gas respiratorio, sia per sanare le eccessive fermentazioni, sia per rendere il corso d'acqua abitabile per i pesci. La trota esige acque che abbiano almeno 4-6 mgr. di O_2 per litro; la carpa e la tinca sopportano invece acque meno ossigenate.

La vita nelle acque correnti: le biocenosi reofile

La vita nelle acque correnti, diversamente da quello che avviene nelle acque stagnanti, si raccoglie in assoluta prevalenza sul fondo, dove può meglio resistere alla corrente e sfruttarla a mezzo di quei molteplici dispositivi e adattamenti che abbiamo in precedenza illustrati. Si viene così a formare una sorta di tappeto vivente che il Leger (1932) ha felicemente battezzato col nome di « copertura biologica ».

L'ambiente più elementare, tra tutti quelli che vengono originati dalle acque correnti, è l'« *igropetrico* », for-

mato da un velo d'acqua che trascorre su roccia inclinata. Gela d'inverno, si scalda d'estate al sole; tutta la vita deve adattarsi al tenue spessore liquido che la bagna. Sono esponenti specializzati per queste biozonule gli insetti: piccoli tricoteri (*Stactobia fuscicornis*, *Tinodes aureola*), coleotteri (*Anacaena globulus*) e ditteri (*Pericoma*, *Hermione*, *Dixa*). Non si conoscono pesci abitatori di questi ambienti.

Le pietre sommerse dalle « sorgenti » si popolano di una fitocopertura di diatomee (*Gomphonema*), alghe brune (*Hildebrandia*), alghe azzurre (*Lithoderma*), batteri siderofili (*Leptothrix ochracea*), epatiche, muschi.



Tra gli organismi animali qui si trovano piccole planarie nere (*Polycelis cornuta*), crostacei gammaridi (*Echinogammarus*, *Niphargus*), larve e ninfe di insetti efemerotteri (*Baetis*), plecoteri (*Nemoura*, *Leuctra*), tricoteri (*Drusus*, *Plectrocnemia*, *Agapetus*, *Silo*), ditteri (chironomidi ortocladini, *Corynoneura*), coleotteri adulti (*Agabus*, *Helodes*), molluschi (*Bythinella*, *Theodoxia*, *Pseudomacicola*). In questa biozonula sorgiva non si trovano ancora i pesci, salvo qualche raro scazzone (*Cottus gobio*). Se il corso d'acqua nasce in pianura o in ampia vallata si possono avere, al contrario, imponenti sistemi sorgivi con grandi specchi d'acque limpide e profonde popolate da fitte associazioni di idrofite (*Callytriche*, *Potamogeton crispus*, *P. natans*) e da ricche biocenosi fonticole costituite dalle stesse specie sopraccitate, ma con popolazioni più adensate.

Se il torrente nasce dal ghiacciaio, le acque, torbide e copiose, risultano ben più povere di vita: abitano questa biozona le larve di tricoteri (*Drusus discolor*, *Cryptothrix*), efemerotteri (*Iron*, *Baetis alpinus*), le larve dei ditteri atticoli (*Hapalothrix lugubris*).

La biocenosi torrenticola si arricchisce, man mano che si scende a valle. Dove compaiono i ciuffi di muschi (*Fontinalis antipyretica*) sulle pietre l'alimento diventa sufficiente anche per i pesci e allora ecco apparire la trota (*Salmo fario*, *marmoratus*) farsi più frequente, lo scazzone si fa più frequente ed esordire il cobite (*Cobytis taenia*). Nei muschi e nelle cladofore si notano stuoli di diatomee (*Cocconeis*, *Tabellaria*, *Melosira*), rotiferi (*Lepadella*), crostacei ostracodi (*Cypris*) e gammaridi, idracnidi (*Sperchon plumifer*, *Hygrobatas*), vermi nematodi (*Dorylaimus*), anellidi (*Eiseniella*, *Criodrilus*), larve di plecoteri (*Isopteryx*, *Chloroperla*), efemerotteri (*Baetis*), tricoteri (*Micrasema*), coleotteri (*Helmis maugei*), ditteri chironomidi (*Thienemaniella*, *Callyphris*), ecc. Tutti questi esponenti costituiscono pastura fondamentale per i pesci del tratto alto del corso d'acqua.



Dove invece le pietre del fondo rimangono terse o si ricoprono di alghe calcicole incrostanti (*Rivularia*) e di *Notostoc*, si viene a formare una comunità petricola i cui termini si dispongono sulla superficie o negli anfratti a sfruttare la corrente secondo le attitudini di ciascuno, ossia secondo quelle tendenze ecologiche che abbiamo indicate all'inizio dell'argomento coi nomi di reotropismo e di stigmatassi.

Una breve lista di esponenti petricoli dei nostri corsi d'acqua potrebbe essere questa:

- Irudineidi - *Glossiphonia*, *Herpobdella*.
- Crostacei - *Astacus*.
- Idracnidi - *Atractides*, *Protzia*, *Megapus*.
- Efemerotteri (neanidi) - *Ecdyonurus*, *Epeorus*, *Baetis*.
- Plecotteri (neanidi) - *Dinocras*.
- Tricotteri (larve e ninfe) - *Rhyacophila*, *Philopotamus*, *Hydropsyche*.
- Ditteri (larve e ninfe) - *Melusina*, *Liponeura*, *Rheotanytarsus*.
- Molluschi - *Ancylastrum*.

Trote, cavedani e barbi si alimentano preferibilmente di questi organismi ricchi di grassi, proteine e carotenoidi e, come tali, dotati di un potere alimentare molto elevato. A questa dieta viene attribuito lo squisito sapore delle carni delle trottelle di torrente.

Cascate, rapide e tonfani rocciosi possono susseguirsi nella valle angusta e a rapido pendio dell'alto corso; allora gli organismi si concentrano nei punti più favorevoli e la vita del fondo si presenta caratterizzata dai termini che meglio si adattano alla reosede (zona a ortocladini; zona a betidi; zona a *Rhyacophila*, ecc.).

Uscendo il corso d'acqua fuor dalla valle, in pianura il letto si ingrandisce, la portata aumenta, l'alveo assume un profilo più dolce, l'acqua diviene torbida per il detrito minuto trasportato in sospensione. Compagnoni i gretti di ciottoli, gli isolotti fluviali, i depositi di ghiaia, i letti di sabbia, i tonfani limacciosi sotto le rive a scalino erboso o cespuglioso. Il torrente ha assunto cioè l'aspetto del fiume. Queste biozone sono tuttavia meno ricche di specie e di individui delle precedenti; i fondi ciot-

tolosi hanno come termini caratteristici le idracnelle, le larve degli efemerotteri (*Caenis*, *Baetis*) e dei ditteri ortocladini (*Thanytarsus*) capaci di adattarsi alla instabile consistenza del substrato fatto di ciottoli rotondeggianti e facili a rotolare con la corrente. Barbi, cavedani, alborelle e lasche si incontrano qui con frequenza.

Sul fondo di limo abbondano invece i vermi tubificidi (*Tubifex*), i crostacei isopodi (*Asellus aquaticus*), le larve rosse dei chironomidi (*Chironomus plumosus*), le larve dei neurotteri (*Sialis*) e degli efemerotteri (*Ephemera*).

Nell'alveo principale possono affluire torrenti, ruscelli, corsi d'acqua e sorgenti con composizione chimica particolare (acque ferruginose, sulfuree, clorurate, sodiche, magnesiache). Le comunità biotiche, composte sia da termini siderofili, tiofilo (*Thiothrix*, *Beggiatoa*, *Leptomitus*, *Idracnidi*) alofili (*Cyclops salinarius*, *Dasyhelea*) ecc., sia da forme largamente adattabili od euribionti (*Tubifex*, *Chironomus thummi*, *Psychodidi*) non giungono però ad affermarsi nella nuova sede in quanto inadattabili o sopraffatti dalle forme ammicole (fluviali). Mancano anche in questi ambienti i pesci, ad eccezione dello spinarello (*Gasterosteus aculeatus*) che si adatta facilmente alle acque salmastre.

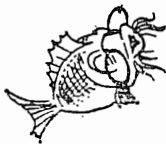
Anche le acque sorgive a temperatura elevata (acque termali) possono ospitare vita specializzata (protozoi, larve di ditteri, crostacei entomotraccari e malacostraci, molluschi gastreropodi), ma il destino di questa vita è di rimanere vincolato al limitato ambiente in cui possono svilupparsi.

Più adattabili invece risultano le forme della rete idrica ipogea; sovente nelle sorgenti e nei corsi d'acqua che escono da un sistema d'acqua sotterraneo si incontrano animali ciechi del mondo

delle caverne *Niphargus puteanus*. Ma tanto nelle acque termali correnti quanto in quelle sotterranee non esistono da noi pesci caratteristici.

Morte, lanche, meandri accompagnano l'alveo se il fiume va soggetto a piene non contenute da arginature. Sono questi altrettanti ambienti particolari di vita che stanno al limite tra le acque del dominio lotico (correnti) e quelle del mondo lenitico (stagnanti).

Spesso forti contingenti di alghe, rotiferi ed entomostraci si sviluppano in queste sedi quando restano isolate dal corso principale, per riversarsi poi nel filone di corrente quando le piene tornano a ricollegarle al fiume. Si ha così una eutrofizzazione del corso d'acqua che trasporta in determinati periodi elevati quantitativi di un carico biologico di provenienza alloctona.



I fiumi immissari dei laghi sono di consueto limpidi e poco profondi e formano conoidi di ciottoli e sabbia sopraelevati sul lago (L. d'Orta) o ampi basifondi (Toce). I canali immissari si popolano rapidamente di vita bentonica, ma se il canale non ha apporti regolari di acque si assiste a vere e proprie ecatombi di animali che incautamente hanno colonizzato il biotopo artificiale prima della secca (F. Anquillara - Trasimeno).

I fiumi emissari dei laghi convogliano masse rilevanti di fito e zooplancton lacustre sfiorato dalle correnti; questo carico biologico può sopravvivere per un certo tratto del corso alimentando così tanto gli insetti pescatori, capaci di fabbricare con la seta vere e proprie nasse e reti di cattura (*Neureclipsis*, *Polycen-*

tropus, *Hydropsyche*) quanto il novellame e i pesci adulti planctofagi.

Il fiume è ormai alla fine del suo cammino, si avvia ora alla foce in mare: il letto è largo e assolato, dapprima a greto ciottoloso poi sabbioso e infine limaccioso, le acque sono lente, profonde, torbide. Le sponde pianeggianti, con filari di latifoglie, vengono sopraelevate a guisa di argine per contenere le piene. Qui potrebbe formarsi un plancton fluviale o *potamoplancton*, ma i fiumi italiani (ad eccezione forse del Po) sono troppo brevi, inclinati e dal profilo precipite perché possa dominare questa comunità.

Alla foce può allignare invece una fitocenosi di acque tranquille (*Phragmites*, *Helodea canadensis*, *Alisma*) abitata dalle idre (*Hydra*), da crostacei ostracodi (*Candona*), isopodi (*Asellus*) e anfipodi (*Gammarus* in fitte popolazioni), da larve di libellule (*Agrion*, *Calopteryx*, *Gomphus*), di tricoteri (*Hydropsyche*, *Leptocerus*, *Halesus digitatus*) e di efemeroteri (*Cloeon dipterum*). I molluschi abbondano sul fondo (*Limnea*, *Pisidium*, *Bythinia*), mentre sullo specchio d'acqua, presso riva, corrono gli emitteri acquatici (*Gerris*, *Velia*) e i coleotteri pleustonti (*Gyrinus*) già comparsi in piccoli branchetti nelle fonti ombrose e negli anfratti dei ruscelli e dell'alto corso del fiume e qui divenuti copiosi.



Anguille (*Anguilla anguilla*), scardole (*Scardinius erythrophthalmus*), cavdani (*Squalius cephalus*), lucci (*Esox lucius*), spinarelli, lasche (*Chondrostoma genei*) e latterini (*Atherina mochon*) sono qui i pesci più frequenti.

Questo, in rapida e necessariamente incompleta rassegna, il complesso susseguirsi degli ambienti lotici in un ipotetico fiume italiano.

I regimi fluviali, la pendenza, le sezioni della valle e le zone piscicole

A seconda della posizione geografica, dell'orientamento, della quota, dell'intensità e natura delle precipitazioni, della struttura e configurazione del suolo, i corsi d'acqua si comportano diversamente, posseggono cioè un *regime* diverso. Una rapida rassegna dei diversi tipi di regimi fluviali italiani (sec. Tonolo) si impone qui, poiché da essi dipendono, non solo le caratteristiche ambientali e biologiche dei singoli corsi d'acqua, ma anche gli effetti degli inquinamenti industriali e delle polluzioni, nonché i tipi di ripopolamento piscicolo che debbono essere adottati caso per caso.



Per regime fluviale si intende, in pratica, l'alternarsi delle *piene* con le *magre* e quindi le variazioni di portata nel corso dell'anno. I tipi di regimi fluviali riconoscibili per i corsi d'acqua del nostro suolo sono 11, così ripartiti:

1) Il regime *alpino* è caratterizzato dalle piene estive dovute allo scioglimento delle nevi e dei ghiacciai.

2) Il regime *prealpino* ha due piene: una maggiore primaverile e una minore autunnale. La magra è estiva.

3) Il regime *subalpino* ha due piene: una primaverile minore e una autunnale maggiore. La magra è pure estiva.

4) Il regime *ligure* presenta una piena autunnale violenta che prosegue nell'inverno, mantenendosi fino alla primavera, e una forte magra estiva.

5) Il regime *emiliano* ha due forti e simmetriche piene in primavera e in autunno, con una modica magra invernale ed una più forte in estate.

6) Il regime *padano* è caratterizzato dalla compensazione delle piene e delle magre dei suoi affluenti di sinistra e di destra. Manca una forte magra estiva, perché compensata dalle piene degli affluenti alpini; mancano le piene invernali perché allora i fiumi alpini sono in magra. Esistono invece una piena primaverile e una autunnale.

7) Il regime *tosco-marchigiano*, ha una piena invernale che si accentua in primavera, poi una lunga e forte magra estiva cui fa seguito la piena autunno-vernina.

8) Il regime *appenninico centrale* è bilanciato dalla ridistribuzione carsica per cui tra le due modifiche piene della primavera e dell'autunno sta una magra estiva addolcita.

9) Il regime *risorgivo* è simile al precedente, ma con oscillazioni di portata ancora più piccola, per modo che non si hanno vere e proprie piene né vere e proprie magre.

10) Il regime *calabro-pugliese insulare* si qualifica per una fortissima piena autunno-vernina che culmina in generale a febbraio, seguita da una lunga e marcantissima magra che va dalla primavera al principio dell'autunno.

11) Il regime *lucano* è così caratterizzato: morbida autunnale, piena rovinosa e improvvisa in primavera, magra pressoché totale in estate.

Si è tentato di suddividere il corso del fiume in zone differenti a seconda dei pesci che vi si pescano (*Steinmann, Huët*). Può essere di guida una breve rassegna di queste zone deducibili, del resto, da quello che è già stato detto a proposito delle biocenosi correnticole. Si deve però tenere presente che la zonazione non è reperibile in tutti i corsi d'acqua e, per lo più, non è completa nello stesso fiume. Può mancare questa o quella zona e le altre possono compenetrarsi.

I Zona della trota (*Salmo fario*) — E' il tratto alto del fiume, il torrente di montagna con acque fresche, ossigenate, limpide e veloci. Il fondo è formato di pietroni tersi oppure rivestiti di muschi ed alghe incrostanti. La pendenza va dal 10 ‰ al 4 ‰ e la velocità di corrente si aggira sui 100-75 cm./s. La sezione della valle è a V, a V con braccio sghembo o a U, con alveo mediale o spostato a un fianco. Esponente di questa biozona è la *trotuella* di fiume. Convive con essa lo *scazzone*.



II Zona del temolo (*Thymallus thymallus*) — E' il tratto successivo più largo (fino a 100 m.), con acque ancora veloci ma più profonde e meno limpide e che si riscaldano oltre i 20° d'estate. Tonfani con acque calme si intercalano alle rapide. Il fondo è formato da pietre più omogenee e ciottoli. La pendenza diminuisce fino all'1‰. La sezione della valle è a V troncato e sghembo; il corso d'acqua segue il piede di uno dei due fianchi della valle. Esponente di questo settore è il *temolo*, ma nei nostri fiumi si può dire che questa zona non esista. Esiste invece un punto di fauna mista di trote, barbi e ciprinidi di accompagnamento (cavedani, lasche, scardole, gardoni).

III Zona del barbo (*Barbus barbus*) — Il fiume è qui più largo (fino a 200 m.), con acque torbidee e più lente; poco ossigenate e più calde d'estate, di 1-2 metri di profondità. Il fondo è ghiaioso o sabbioso. La pendenza del letto diminuisce fino al 0,7 ‰. La sezione della valle è una V molto tronca e il corso d'acqua serpeggia sul fondo alluvionale. Domina in questo tratto del fiume il *barbo*, ma si possono trovare ancora

grosse trote, ciprinidi d'acque vive (cavedani), ciprinidi d'accompagnamento, i pesci voraci (lucci, persici e anguille) e già i primi ciprinidi d'acque calme (carpe).

IV Zona dell'Abramide (*Abramis brama*) — Il fiume, giunto in pianura alla fine del suo cammino, si impigrisce in un alveo profondo quasi canalizzato, largo, ricco di canne e di vegetazione sommersa, con acque che si riscaldano fortemente d'estate. Le rive sono basse e pianeggianti, ma si sprofondano a picco nell'acqua; il fondo è limaccioso. La ossigenazione è scarsa. La sezione della valle è una V totalmente troncata. Accanto al letto si possono trovare morte, lanche, risorgive acquitrinose. Questa è la zona dei ciprinidi di acque calme. La abramide non esiste nei nostri fiumi, ma qui vivono bene le carpe, le tinche con i pesci voraci e d'accompagnamento della zona precedente, oltre al persico sole, al latterino, allo spinarello, alle cieche, ai cefali se si tratta di una foce al mare con acque debolmente salmastre.

La capacità biogenica delle acque correnti

Il valore nutritivo di un corso d'acqua, nei confronti dei pesci, viene chiamato « capacità biogenica » (Leger). E' utile conoscere questo valore nelle applicazioni pratiche della idrobiologia, in questioni tecniche, economiche, amministrative e giudiziarie. La capacità biogenica (B) si esprime con una scala numerica che va da I a X, in cui X indica il valore più alto. Di norma le acque vengono divise in 3 categorie:

- 1) acque povere con B tra I e III;
- 2) acque medie con B tra IV e VI;
- 3) acque ricche con B tra VII e X.

Il valore di B dipende dalla consistenza della popolazione acquatica rappresentata dalle alghe, dalle macrofite

vive o morte e dalla fauna microscopica e macroscopica che nel mondo vegetale sommerso trae alimento e ricovero.

Le associazioni di vita descritte precedentemente sotto i nomi complessivi di *copertura biologica* e di *carico biologico* sono dunque alla base della catena alimentare che si chiude con l'anello « pesce ».

Per valutare con sufficiente approssimazione la B di un corso d'acqua bisogna conoscere il regime dietetico naturale della specie ittica che vi si trova o che vi si vuole immettere. Infatti, mentre la *trota di fiume* predilige le larve dei plecoteri, efemeroteri e tricoteri, la *trota arcobaleno* si accontenta anche di molluschi e gammaridi. La valutazione della B di un corso d'acqua è tanto più complessa quanto più ricco di specie ittiche è l'ambiente. Nei corsi d'acqua veloci si può escludere dal computo il *plancton*.

I fondi stabili di pietre danno una B più elevata dei fondi limacciosi, sabbiosi o ciottolosi instabili. In tesi generale, le acque povere si rivelano per avere scarsa copertura biologica e poche idrofite; le medie per avere muschio e vegetazione spondale; le ricche per avere abbondanti idrofite sommerse anche al centro.

Un quadro orientativo della capacità biogenica delle diverse zone delle acque correnti emerge ancora dalla rassegna dei caratteri ecologici e delle popolazioni precedentemente illustrate, per modo che l'inquadramento biogenico assume il seguente aspetto:

1° REGIONE DELLE TROTE

Gruppo povero (B = I - II - III)

Acque rapide, fredde, poco profonde, con fondo instabile di sabbia o ghiaia o di roccia nuda riempita di limo. Assenza di idrofite. Fauna nutritiva rara: Efemeroteri prevalenti, poi *Simulium* e ortocladini.

Gruppo medio (B = IV - V - VI)

Acque abbastanza rapide, più profonde, con fondo stabilizzato di pietre e ciottoli ricoperti di muschio. Poco limo. Fauna nutritiva più ricca: efemeroteri in aumento, tricoteri numerosi con o senza astuccio, gammaridi (acque calcaree). Alimento esogeno di insetti.

Gruppo ricco (B = VII - VIII - IX - X)

Acque con velocità moderata. Letto di fondo valle o prateria. Acque più riscaldate, limpide, racchiuse tra rive fertili. Fondo alluvionale; sviluppo di miriofilli, ranuncoli, callitriche, nasturzio; veronica, potamogeti. Fauna nutritiva abbondante: molte larve di insetti, crostacei, molluschi, vermi, gammaridi numerosissimi.

2° REGIONE DEI CIPRINIDI

a) Zona del barbo

Gruppo povero (B = I - II - III)

Acque veloci, torbidece, a fondo instabile di ghiaia, profondità variabili. Assenza di copertura biologica.

Gruppo medio (B = IV - VI)

Acque più lente, torbide a fondo di sabbia e ghiaia, più tenace. Vegetazione spondale abbondante. Ciuffi di idrofite.

Gruppo ricco (B = VII - X)

Acque lente che si riscaldano molto d'estate e scorrenti tra zone coltivate. Fondo stabile, vegetazione subacquea abbondante.

b) Zona delle carpe

Gruppo povero (B = I - III)

Acque abbastanza lente, brune, fredde a fondo limaccioso trascorrenti tra terreni di brughiera o torbosi (pH 5-6). Plancton scarso, di *Cyclops*. Rive con *Carex-Equisetum*. Larve di *Sialis*, Chironomidi, *Corethra*.

Gruppo medio (B = III - VI)

Acque lente. Rive scavate a scalino. Vegetazione sommersa e plancton più

ricco. Fauna di fondo consistente (vermi e molluschi).

Gruppo ricco ($B = VII - X$)

Acque lentissime o quasi ferme, calde in estate, trascorrenti tra praterie e coltivi. Fondo stabile con molta vegetazione sommersa, molto benthos e molto plancton.

Premesse queste notizie, vediamo come si possono fissare le formule di produttività. La formula generale per le acque correnti proposta dal Leger e modificata da Huet è la seguente:

$$K = B \times L \times k$$

dove K è la *produttività annuale* del corso d'acqua in chilogrammi; dove B è la *capacità biogenica* (va da 1 a X);

dove L è la *larghezza* del letto sommerso, in metri; dove k è il *coefficiente* variabile secondo le specie (salmonidi, ciprinidi), l'età dei pesci, i caratteri fisici (temperatura media) e chimici ($S B V$) delle acque interessate. k varia in genere da 1,5 a 3.

Ad esempio, un corso d'acqua nella zona della trota di 4 m. di larghezza, di *capacità biogenica III* e di *coefficiente* 1,5 dovrebbe produrre annualmente $4 \times III \times 1 = 12$ (chilogrammi di trote per chilometro).

Le formule della produttività delle acque delle Alpi e dell'Appennino potrebbero essere approssimativamente simili a quelle indicate da Huet, ossia:

Zone piscicole	Acque acide	Acque alcaline
Sedi lotiche (Trote, barbo)	$K = BL \times 1,0$	$K = BL \times 1,5$
Sedi lenitiche (Carpe)	$K = BL \times 2,0$	$K = BL \times 3,0$

Le acque correnti pollute

Si dicono pollute tutte quelle acque che hanno un tenore di sostanze in soluzione o in sospensione abnormemente elevato. Si distingue quindi una *polluzione naturale* da una *polluzione artificiale*. Per definizione sono inquinate artificialmente tutte le acque che passano negli agglomerati urbani o che ricevono gli scarichi degli stabilimenti.

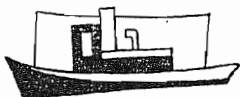
Il grado di *polluzione* dipende da molti fattori, tra i quali vanno ricordati: la *composizione chimica* delle acque di rifiuto;

il *volume* degli scarichi riversati;
la *durata* degli scarichi;
la *frequenza* delle fonti di inquinamento lungo la riva;
la *natura chimica* delle acque correnti che accolgono gli scarichi;
la *portata* del corso d'acqua;
il *regime idrico* del corso d'acqua;
la *velocità* di corrente del corso d'acqua;
la *lunghezza* e *larghezza* del corso d'acqua;
la *profondità* del corso d'acqua;
la *temperatura* del corso d'acqua;
le *condizioni meteorologiche*.

Esistono diversi tipi di polluzioni, ma li raggrupperemo per semplicità in due tipi fondamentali:

1) Polluzioni dovute a materie *putrescibili*. La fauna ne risulta trasformata.

2) Polluzioni dovute a materie *non putrescibili* (sostanze acide, alcaline, veleni, materie in sospensione nell'acqua). La fauna ne viene decimata.



Un corso d'acqua sorgivo può fornire *acque potabili*, acque di sfruttamento piscicolo ed acque di uso industriale. L'inquinamento può rendere imbevibili le acque per alterato sapore, per sviluppo di batteri, per presenza di sostanze nocive o tossiche.

Le acque pollute sono causa di malattie e di sofferenza anche per il bestiame bovino, equino, ovino e per gli animali di cortile; possono cagionare danni agrari anche rilevanti, quando vengono impiegate per irrigare o per irrorare le coltivazioni e non di rado guastano gli indumenti che vi vengono lavati o danno ai bagnanti svariati disturbi.

La piscicoltura può trarne nocimento grave e il danno è triplice:

a) perchè sostanze tossiche uccidono direttamente il pesce (cloro, acido solforico, a. nitrico, a. cloridrico, soda, anilina, sostanze clorurate, ecc.);

b) perchè le sostanze impoveriscono di ossigeno l'acqua e il pesce muore soffocato (caseifici, zuccherifici, cartiere, fogne, ecc.);

c) perchè distruggono le flora e la fauna nutritiva del pesce. Inoltre si può avere un'alterazione del sapore e del colore delle carni del pesce che diventa così immangiabile.

Lo studio piscicolo delle polluzioni può essere praticato in quattro modi:

1) con l'esame chimico delle acque presunte inquinate e degli scarichi;

2) con l'esame dei pesci morti;

3) con l'esame tossicologico sui pesci delle acque inquinate;

4) con l'analisi biologica dell'acqua basata sull'esame della fauna e della flora.

Il primo procedimento non offre sicure garanzie sia per la forte diluizione che le sostanze possono subire, sia per la eventuale intermittenza degli scarichi che farebbe registrare tutti i casi possibili compresi tra l'acqua pura e l'acqua inquinata scaricavasi.

Il secondo procedimento ben di rado conduce al riconoscimento delle sostanze che hanno cagionato la morte.

Il terzo metodo rende utilissimi risulti, specialmente quando le prove siano continuate per lungo tempo e a forti diluizioni in adeguate vasche a circolazione.



Il quarto sistema è di gran lunga il più attendibile perchè si basa sul riconoscimento delle modificazioni qualitative e quantitative indotte dall'ambiente inquinato sulla vita che pulsa nel corso d'acqua; le biocenosi dei vari tratti del fiume vengono distrutte o decimate, oppure mutano d'aspetto sia impoverendosi, sia arricchendosi di alcuni termini che fungono da esponenti di acque inquinate.

Kolkwitz e Marsson hanno proposto un sistema che fu poi universalmente adottato per classificare il grado di polluzione delle acque inquinate da materie organiche putrescibili. Questo metodo è noto col nome di *sistema dei*

saprobi. (« Saprobio » significa vivente nelle sostanze in decomposizione). Esso si basa sul riconoscimento di quei termini della flora e della fauna che, con la loro presenza od assenza indicano la gravità del fenomeno. Essi hanno distinto 3 gradi di polluzione; più uno di acque non pollute:

- 1) polluzioni di grado forte (zona polisaprobica);
- 2) polluzioni di grado medio (zona mesosaprobica alfa);
- 3) polluzioni di grado debole (zona mesosaprobica beta);
- 4) polluzioni assenti (zona di oligosaprobica).

Un quadro d'insieme della zona dei saprobi, con le principali caratteristiche chimiche e biologiche di ciascuna, può essere così compilato: (vedi Tabella a pag. 16).



Gli inquinamenti da materie non putrescibili vengono classificati con le stesse graduazioni. La loro diagnosi è però molto più delicata e solo una buona conoscenza della idroflora e della idrofauna del tratto interessato dall'inquinamento può consentire una valuta-

zione. Di solito si assiste a una riduzione della vita per eliminazione delle forme più sensibili (*Chloroperla*, *Baetis*, *Rhyacophila*, *Rheothanytarsus*, ecc.).

Fra gli scarichi industriali che con maggior frequenza possono dare origine a inquinamenti e conseguenti morie di pesci nei fiumi e nei torrenti si possono ricordare quelle che provengono dalle miniere (sali) e dalle cave (pietriscio) dalle fabbriche di calce, cemento, piastrelle (con detrito alcalino e intorbidamento delle acque) officine del gas (idrocarburi e i prodotti ammoniacali), dell'acido cloridrico, solforico, nitrico, concimi, dalle industrie metallurgiche (acidi liberi: nitrico, cloridrico, solforico e basi), dalle cartiere (cloruro di calcio, acidi e basi, decoloranti e coloranti), dalle industrie tessili naturali e sintetiche (alcol, anidridi, acidi e idrati), dalle tintorie (coloranti e mordenzanti), dai tannifici (acido tannico, tannini). Gli zuccherifici, le industrie della cellulosa, dei generi alimentari e gli oleifici tendono invece a eutrofizzare l'ambiente rendendolo mesosaprobico. Gli scarichi di solfuri, solfati e acido solfidrico fomentano lo sviluppo quasi esclusivo dei polisaprobi.

A seguito degli inquinamenti i pesci sopravvissuti cadono facilmente vittime di malattie protozoarie, parassitarie e virali e di malformazioni.

ZONA	CARATTERI CHIMICI	ORGANISMI CARATTERISTICI E CARICA BATTERICA	
Polisaprobria	Acqua ricca in materie organiche presenza di CO ₂ , H ₂ S, FeS ₂ assenza di O ₂	<i>Tubifex</i> <i>Chironomus thummi</i> <i>Prodiamesa olivacea</i> <i>Eristalis</i> <i>Beggiatoa alba</i> <i>Sphaerotilus natana</i> <i>Leptomitus lacteus</i> <i>Chromatium okeni</i> Più di 1 milione di batteri per cc.	Fiocchi galleggianti in superficie. In filamenti bianchi a forma di « coda d'agnello » al fondo. Chiazze rosso vinoso.
Mesosaprobria	acidi aminici sali ammoniacali nitriti presenza di O ₂ , ma scarso	<i>Psectrotanypus trifasci-pennis</i> <i>Macropelopia</i> <i>Herpobdella</i> <i>Asellus aquaticus</i> <i>Sphaerium corneum</i> <i>Sialis lutaria</i> <i>Oscillatoria tenuis</i> Diverse centinaia di migliaia di batteri per cc.	
	Q u a s i esclusivamente nitriti e nitrati O ₂ più abbondante	Diatomee Cloroficee <i>Helodea</i> <i>Dendrocaelum lacteum</i> <i>Glossiphonia</i> <i>Physa fontinalis</i> <i>Bythinia tentaculata</i> Circa 100.000 batteri per cc.	
Oligosaprobria	N organico assente Solo materie minerali e nitrati O ₂ a saturazione e oltre	<i>Gammarus pulex</i> <i>Polycelis</i> <i>Idraznidi</i> <i>Perla</i> <i>Ephemera</i> <i>Draparnaldia</i> <i>Chaetophora</i> <i>Fontinalis</i> Assenti i germi o solo poche migliaia.	