



Visita al laboratorio di Terria

Un osservatorio sugli ecosistemi acquatici
della Provincia di Terni



Provincia di Terni



Università degli Studi di Perugia



Regione Umbria



CRIDEA
Regione Umbria
Rete IN.F.E.A Regionale



A cura di: Antonella Carosi, Lucia Ghetti, Paolo Viali, Chiara Piersanti, Laura Pompei, Elisabetta Franchi,
Daniela Giannetto, Massimo Lorenzoni

indice

- > **Capitolo 1** > **3**
Introduzione

- > **Capitolo 2** > **14**
Esperienza di educazione ambientale
per la scuola secondaria di 1° grado:
L'ecosistema fiume

- > **Capitolo 3** > **23**
Esperienza di educazione ambientale
per gli Istituti di Istruzione Superiore:
**La valutazione della qualità dell'acqua attraverso
l'utilizzo di bioindicatori**

- > **Capitolo 4** > **49**
La fauna ittica

- > **Capitolo 5** > **54**
La trota fario

Introduzione

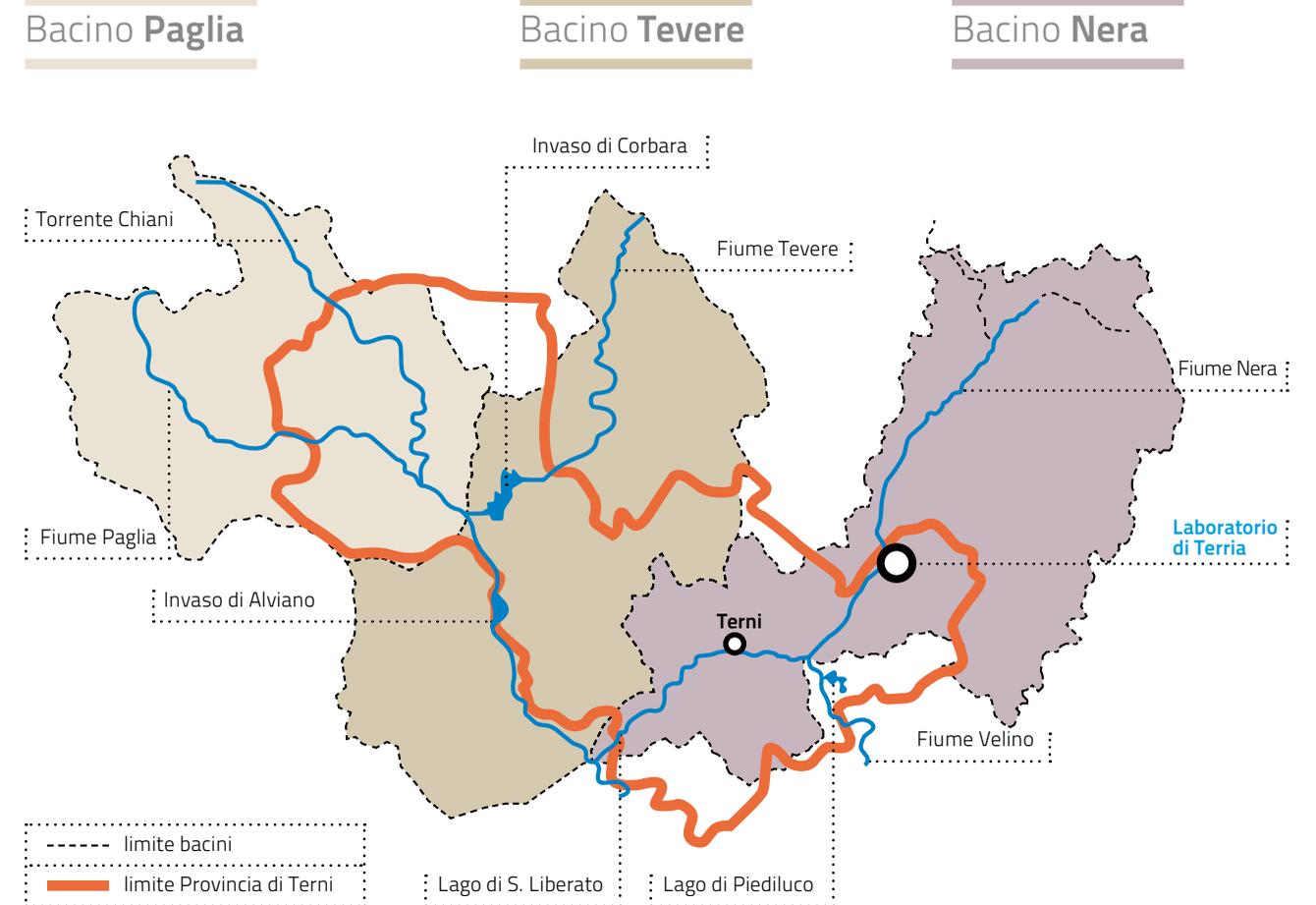


1

Presentazione del Laboratorio



L'ubicazione



Principali bacini idrografici che ricadono nel territorio provinciale e ubicazione del Laboratorio

Il laboratorio di Terria è stato istituito dalla Provincia di Terni con lo scopo di realizzare un osservatorio sugli ecosistemi acquatici del proprio territorio.

In questo senso la sua ubicazione è strategica:

Il **Centro di Educazione Ambientale** è infatti localizzato nel cuore della Valnerina, a monte di Ferentillo, in un ambiente particolarmente suggestivo e caratterizzato da un elevato grado di naturalità. Il fiume Nera in questo tratto assume rilevante interesse dal punto di vista ambientale e proprio per tale motivo l'area è inclusa nell'ambito del Parco Fluviale del Nera.

Le attività del Laboratorio

Nel laboratorio si svolgono attività di ricerca sviluppate in collaborazione con il Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia e finalizzate alla raccolta delle informazioni necessarie per una corretta gestione degli ecosistemi acquatici e per la conservazione di specie ittiche autoctone di notevole pregio naturalistico e sportivo, come la trota fario.

Le informazioni raccolte nel corso delle ricerche vengono utilizzate per il **recupero e la reintroduzione del ceppo autoctono di trota fario nel bacino del fiume Nera**. A questo scopo il laboratorio ospita un patrimonio di riproduttori con le caratteristiche morfologiche e genetiche proprie del "ceppo mediterraneo", che contraddistinguono le trote facenti parte della fauna originaria della zona; questi esemplari vengono utilizzati per la produzione di trote destinate al ripopolamento delle acque a salmonidi della Provincia di Terni.

La realizzazione degli **aggiornamenti** relativi alla **Carta Ittica Regionale** è oggetto di un accordo di programma tra Regione Umbria e Province di Perugia e Terni, nell'ambito del quale ciascuna Provincia mette a disposizione strumentazione e personale idoneo.

Nel caso della Provincia di Terni l'accordo prevede la partecipazione del Laboratorio di Terria. Il ruolo del Laboratorio di Terria nell'ambito della Carta Ittica riguarda molteplici attività, che vengono svolte durante la fase di campo (misurazione di alcuni parametri fisico-chimici delle acque, determinazione delle specie ittiche campionate, rilevamento dei dati qualitativi e quantitativi sulle specie catturate) ed in laboratorio (attribuzione delle età mediante scalimetria e informatizzazione di tutti i dati raccolti in un archivio di tipo relazionale).

Il laboratorio collabora inoltre alla elaborazione dei dati raccolti (analisi statistiche, realizzazione di grafici, tabelle e carte tematiche) ed alla stesura della relazione finale.

Monitoraggio della fauna ittica. L'attività del Laboratorio di Terria in questo ambito riguarda il monitoraggio delle popolazioni ittiche di tutte le acque che ricadono nel territorio provinciale. I risultati conseguiti consentono di definire appropriate ipotesi di riqualificazione ambientale e gestione del patrimonio ittico.



Trota fario



Barbo tiberino



Campionamento ittico sul Nera



Raccolta dati sul campo

La struttura

Il laboratorio dispone di:

un'aula didattica

un laboratorio informatico

un laboratorio scientifico

un'avannotteria per l'incubazione delle uova della trota e l'allevamento degli stadi giovanili

ampi spazi esterni

Inoltre il Laboratorio è provvisto di **attrezzature e strumenti di analisi portatili per la valutazione della qualità delle acque e per il monitoraggio della fauna ittica.**



Laboratorio ittico



Laboratorio ittico



Avannotteria



Storditore fisso per la "pesca elettrica"



pHmetro



Conduttivimetro



Ossimetro



Campionamento ittico con storditore portatile

L'educazione ambientale

L'educazione ambientale rientra tra le principali attività del centro, si svolge attraverso la programmazione di interventi conoscitivi incentrati sugli **ambienti acquatici**, con particolare riferimento ai fiumi e ai laghi che ricadono nel territorio provinciale; inoltre rappresenta l'occasione per divulgare le informazioni raccolte nel corso delle attività di ricerca del laboratorio.

Il progetto didattico si basa su un approccio sistemico, cioè volto all'analisi delle diverse componenti biotiche dell'ecosistema acquatico (fauna ittica, benthos, plancton, vegetazione ripariale), delle interazioni tra loro e con l'ambiente fisico e del ruolo funzionale svolto da ciascuna componente. I percorsi proposti sono incentrati principalmente sulla risorsa acqua e sull'ecologia dei laghi e dei fiumi:

L'acqua

L'ecosistema fiume

L'ecosistema lago

La fauna ittica e l'ambiente

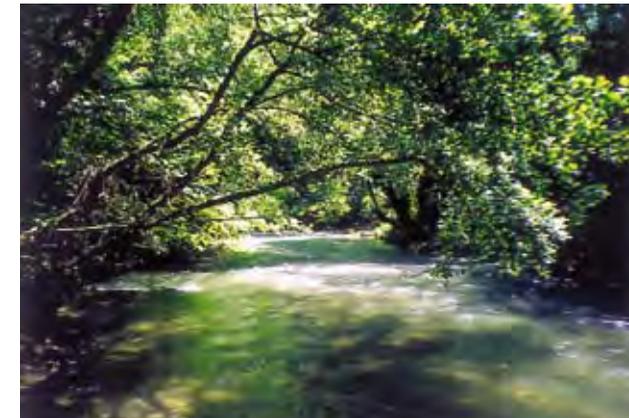
La biologia della pesca

In particolare viene posta l'attenzione sul concetto di **biodiversità**, intesa come varietà degli organi viventi, e sull'importanza della sua salvaguardia.

Nel 2006 il Laboratorio è stato accreditato dal **CRIDEA** (Centro Regionale per l'Informazione, la Documentazione e l'Educazione Ambientale) nella **Rete Regionale INFEA** come Centro Risorse. Tale riconoscimento ha consentito di estendere l'attività di educazione ambientale alle scuole dell'intero territorio regionale.

In particolare il Laboratorio è coinvolto nella coprogettazione di percorsi educativi in collaborazione con scuole primarie, secondarie di primo grado ed istituti comprensivi dell'Umbria, nell'ambito del bando regionale **"A scuola nell'ambiente"**.

È inoltre particolarmente attiva la collaborazione con gli Istituti di Istruzione Superiore (Licei Scientifici, Classici, Artistici, Istituti Tecnici Agrari).



Fiume Nera



Anguilla in acquario



Lezione frontale



Lago di Piediluco

Le esercitazioni

Nel corso delle visite didattiche viene dedicato ampio spazio alle esercitazioni che in parte si svolgono direttamente sul fiume Nera. Le esperienze sono incentrate sulla **osservazione diretta di animali acquatici** (pesci, macroinvertebrati, plancton) e sul loro significato di **indicatori biologici**.



Lezione sul fiume Nera



Campionamento di macroinvertebrati dal Nera



Ninfa di Plecottero



Astuccio di Tricottero



Campionamento di macroinvertebrati dal Nera



Cyclops



Daphnia



Osservazione esemplare adulto di Trota Fario

Esperienza di educazione
ambientale per la scuola
secondaria di 1° grado:
l'ecosistema fiume

2

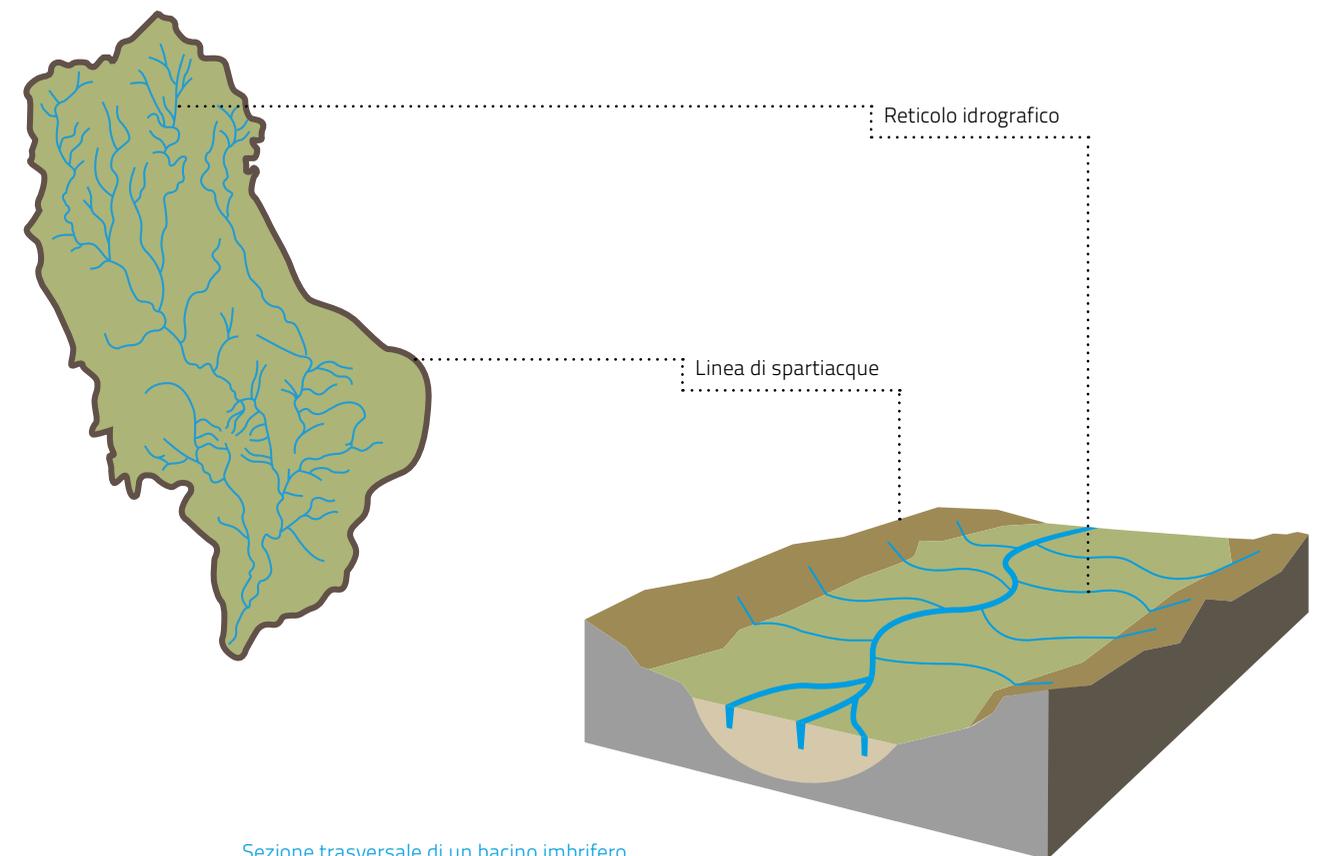
Il bacino imbrifero

L'unità geografica di riferimento per lo studio degli ecosistemi acquatici è il **bacino imbrifero**.

Il **reticolo idrografico** è la rete di canali naturali che confluiscono fino ad alimentare un unico corso che raccoglie tutte le acque (asta principale).

L'area drenata dal reticolo idrografico costituisce una depressione che ricorda la forma di una **bacinella**, detta appunto bacino imbrifero.

Il perimetro del bacino idrografico si chiama **linea di spartiacque**, una linea immaginaria che congiunge le vette delle montagne che circondano il bacino stesso.



Sezione trasversale di un bacino imbrifero

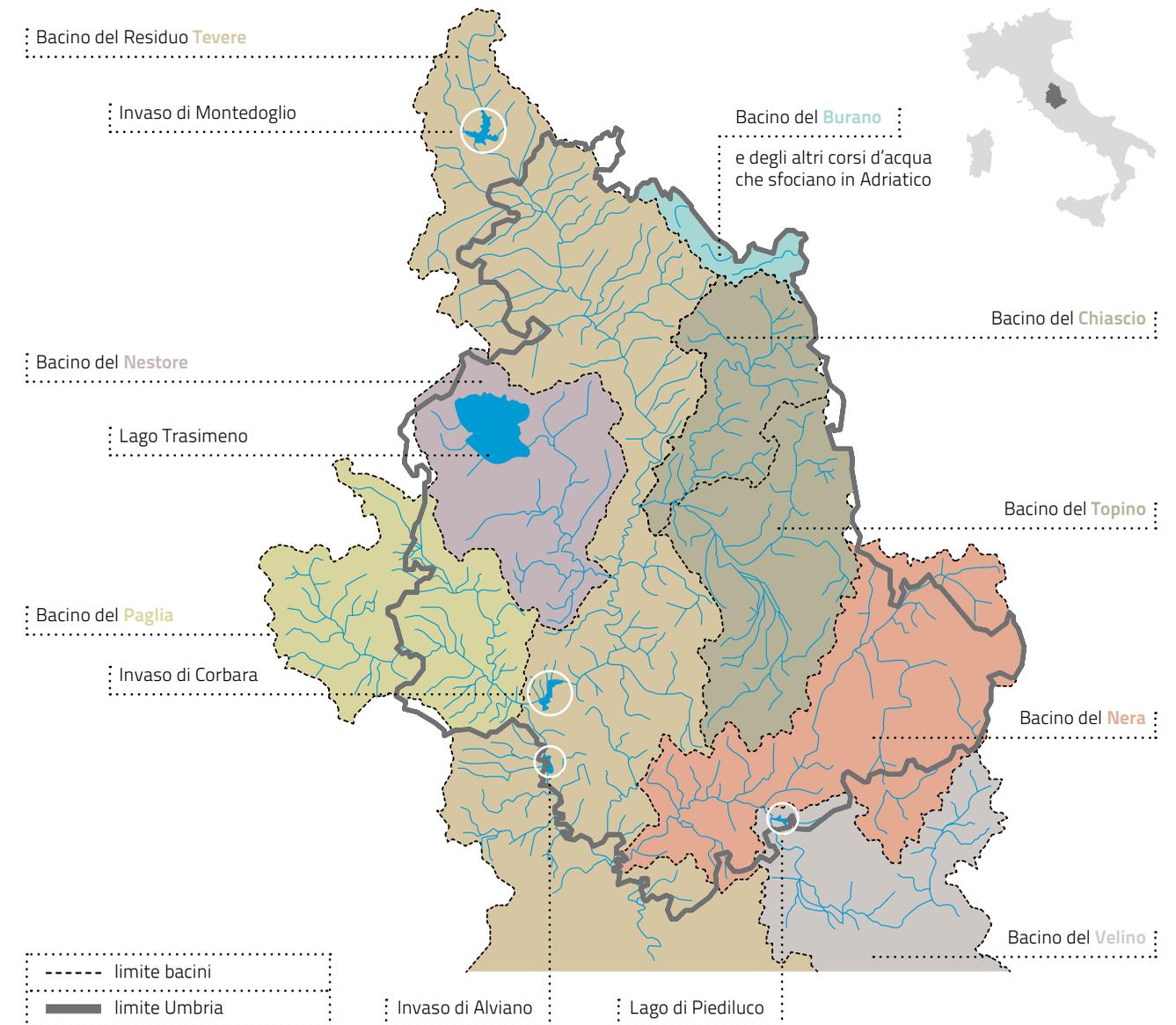
I bacini idrografici della Regione Umbria

I principali bacini idrografici che ricadono nella Regione Umbria sono:

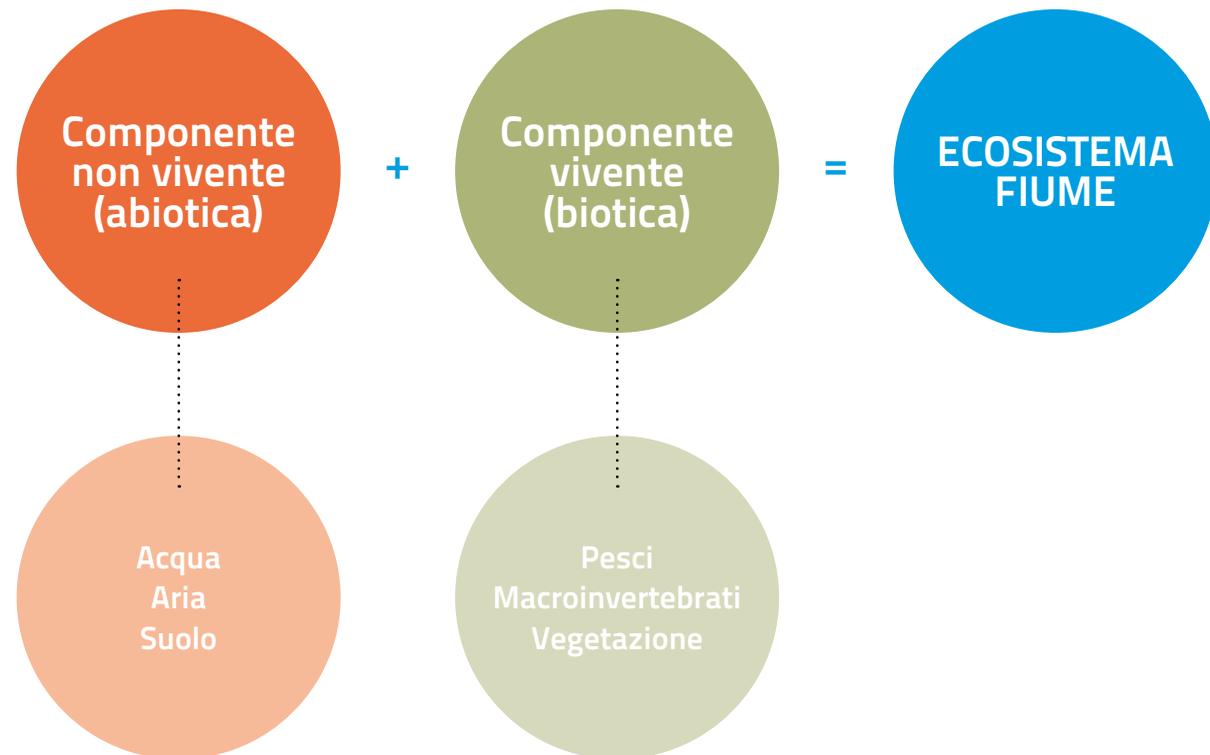
- > bacino del Paglia
- > bacino del Tevere
- > bacino del Nera
- > bacino del Nestore
- > bacino del Chiascio

Il bacino del fiume Nera

Il fiume Nera nasce nell'Appennino centrale dai Monti Sibillini, al confine tra le regioni Umbria e Marche ed ha una lunghezza di circa 125 km. L'estensione del bacino è pari a 4200 kmq; se si esclude il Velino, suo principale affluente, la sua superficie è pari a circa 2500 kmq.



Le componenti dell'ecosistema fiume



L'ecosistema fiume è un'unità funzionale che comprende le comunità biotiche, cioè tutti gli organismi che vivono e interagiscono in una data area e le componenti ambientali non viventi.

Gli organismi delle acque correnti

In base ad una classificazione ecologica, gli organismi che popolano i fiumi possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

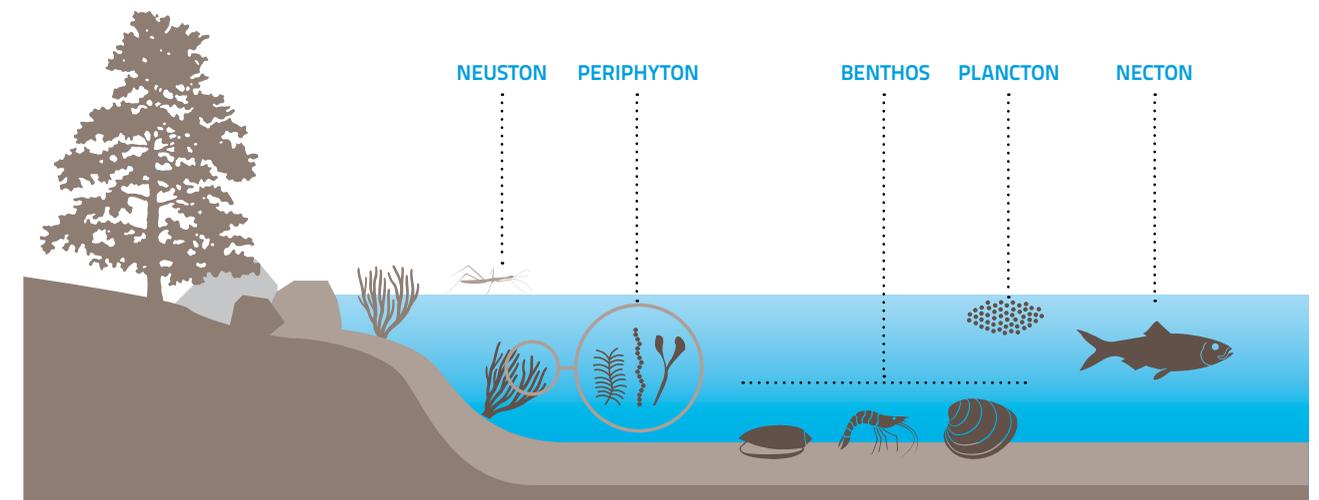
NECTON: organismi capaci di nuotare e di spostarsi attivamente anche contro corrente (pesci)

BENTHOS: organismi viventi a stretto contatto con il fondo (larve di insetti, molluschi, crostacei)

PERIPHYTON: organismi che vivono attaccati alle foglie di piante acquatiche (muschi, alghe, batteri filamentosi)

NEUSTON: organismi che vivono nell'interfaccia aria-acqua

PLANCTON: organismi animali e vegetali che vivono sospesi nell'acqua. Questa componente è più importante nei laghi, ma è presente anche nei fiumi che contraggono rapporti con le acque stagnanti (emissari, invasi artificiali)



La zonazione longitudinale

Procedendo dalla sorgente alla foce, i parametri ambientali che condizionano un ecosistema fluviale si modificano in modo molto pronunciato, infatti:

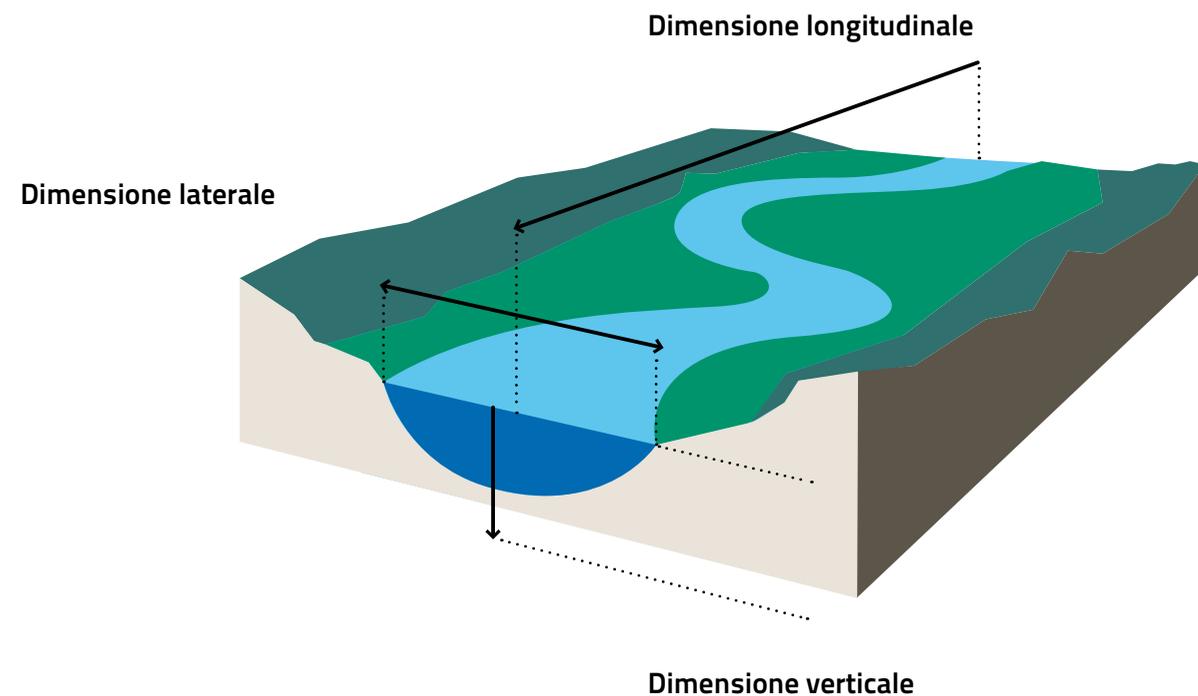
Diminuiscono

pendenza
velocità di corrente
granulometria
(dimensione dei sassi
che compongono
il fondale)
ossigeno disciolto
nell'acqua



Aumentano

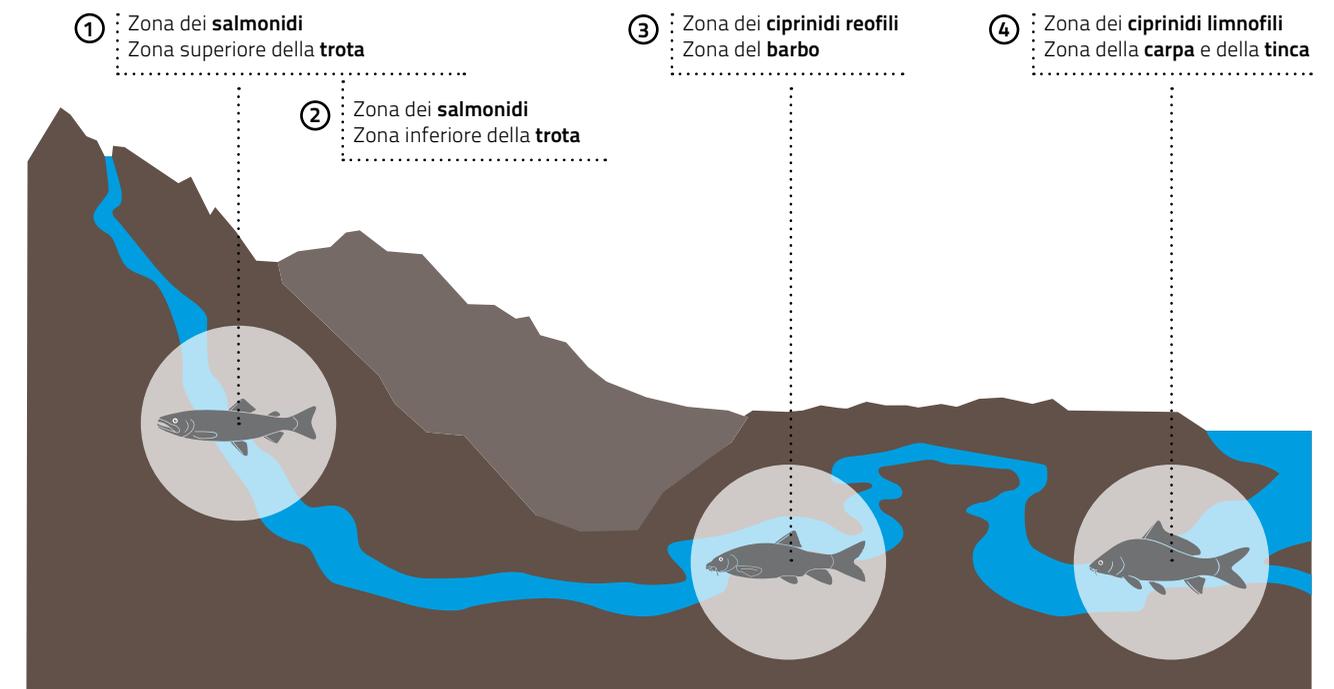
temperatura
portata
torbidità
sali disciolti



Le zone ittiche dei fiumi dell'Umbria

Mentre il fiume scorre da monte verso valle, possiamo evidenziare una successione di 4 zone fluviali, caratterizzate dalla presenza di comunità ittiche composte da specie diverse.

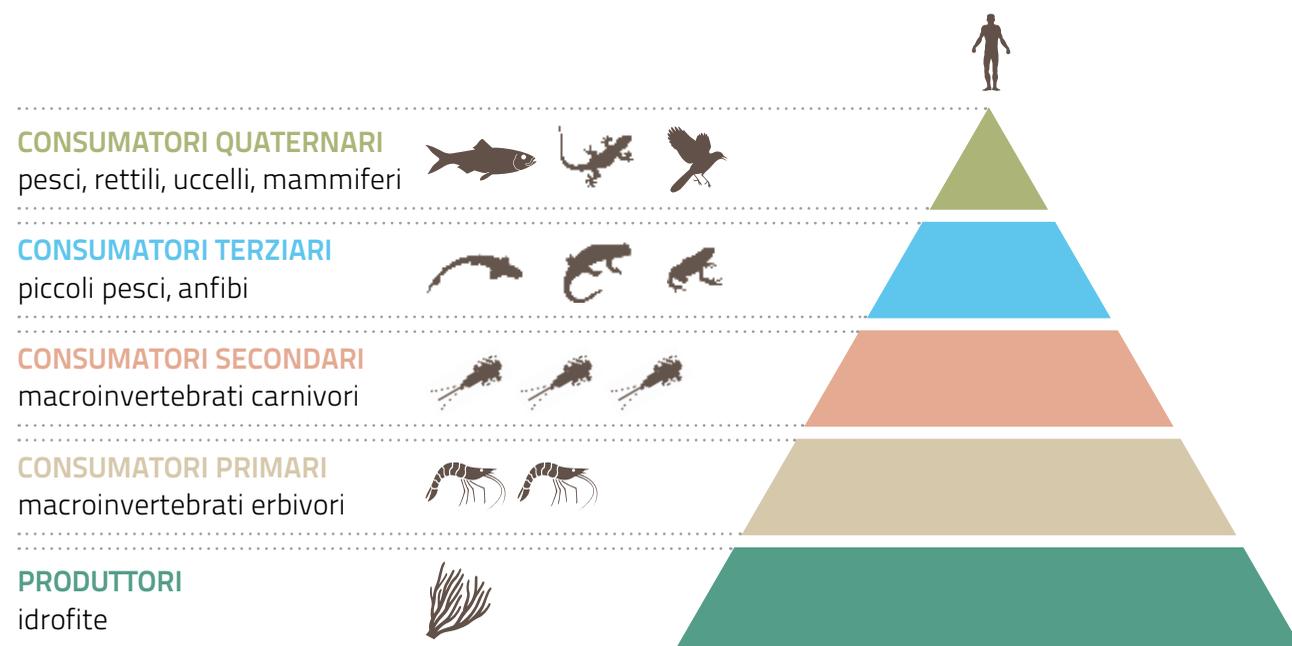
Nello schema di zonazione adottato per la Regione Umbria le zone individuate prendono il nome dalle principali specie ittiche che maggiormente le caratterizzano.



La piramide alimentare

In un ecosistema i vari organismi sono legati fra loro da rapporti alimentari come gli anelli di una catena. In un fiume il 1° anello della catena alimentare comprende le idrofite, cioè le piante acquatiche e le alghe. Il 2° anello comprende i macroinvertebrati erbivori. Il 3° i macroinvertebrati carnivori predatori. Del 4° anello fanno parte piccoli pesci e anfibi, mentre in corrispondenza dell'ultimo livello trofico troviamo pesci predatori, come le trote, gli uccelli ittiofagi come l'airone, e l'uomo.

La catena, che può essere rappresentata sotto la forma di una piramide, si interrompe quando l'ultima specie considerata non viene predata da nessun altro organismo.



Esperienza di educazione ambientale per gli Istituti di Istruzione Superiore:
la valutazione della qualità dell'acqua attraverso l'utilizzo di bioindicatori



La Carta Europea dell'Acqua

La Carta Europea dell'Acqua è stata stipulata dal Consiglio d'Europa, a Strasburgo, nel 1968. Di seguito vengono riportati i primi tre dei 10 principi contenuti nel documento.

1° principio

Non c'è vita senza acqua. L'acqua è un bene prezioso, indispensabile a tutte le attività umane.

2° principio

Le disponibilità di acqua dolce non sono inesauribili. È indispensabile preservarle, controllarle e, se possibile, accrescerle.

3° principio

Alterare la qualità dell'acqua significa nuocere alla vita dell'uomo e degli altri esseri viventi che da essa dipendono.



Classi 2ªA Liceo Scientifico Gandhi di Narni e 2ªB I.T.C. Narni nel corso di un'esercitazione sul Fiume Nera



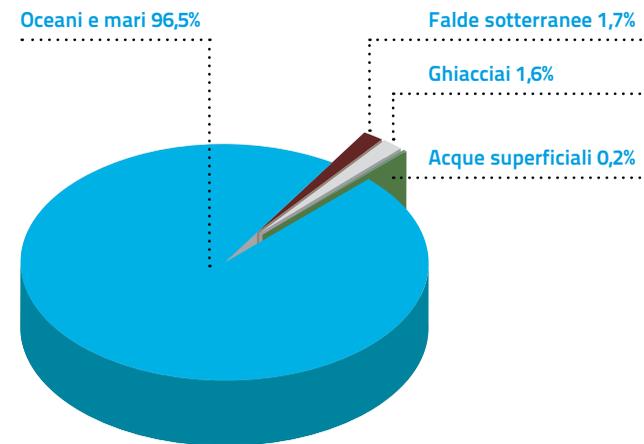
Noi "siamo" acqua

L'acqua costituisce dal 50 al 90% del peso di tutti gli organismi viventi. Permette la vita delle piante e degli animali, plasma la superficie del pianeta, ricopre il 70% della superficie terrestre. Secondo le stime correnti l'idrosfera contiene circa 1.386 milioni di chilometri cubici di acqua. Ciò significa che i due terzi della superficie terrestre sono ricoperti da acqua. L'acqua dolce rappresenta solo il 3,5% di tutta l'acqua complessiva e quindi la percentuale salata predomina nettamente. Per di più la maggior parte della riserva d'acqua dolce è intrappolata nelle calotte polari sotto forma di ghiaccio.

Il volume totale d'acqua sulla terra è di 1.4 milioni di m³



Disponibilità di acqua sulla terra in proporzione



La quantità effettivamente disponibile nei fiumi, nei laghi e negli invasi artificiali, essenziale per la vita delle specie acquatiche e per le necessità umane, è pari soltanto ad 1/1000 dell'acqua presente sulla superficie terrestre ed è distribuita in modo ineguale. L'acqua è la risorsa naturale meno equamente ripartita sulla Terra: molte popolazioni umane non hanno a disposizione acqua potabile e sono costrette ad usare acqua inquinata con conseguenti gravi problemi sanitari. Inoltre la maggior parte dell'acqua disponibile viene usata da una minoranza di abitanti del Pianeta che vivono nei paesi maggiormente industrializzati.

L'origine dell'acqua sul pianeta Terra

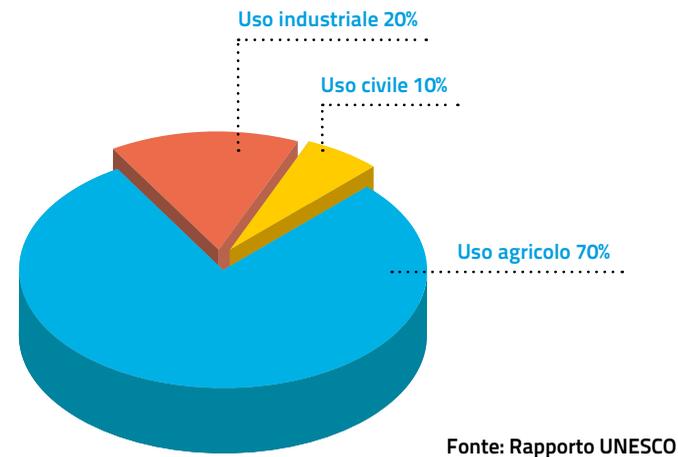
Il pianeta Terra è l'unico in cui si conosca l'esistenza di acqua allo stato liquido. Secondo alcuni geologi, l'acqua presente sulla Terra sarebbe nata in seguito alle numerosissime e intensissime eruzioni vulcaniche che hanno caratterizzato la superficie terrestre per circa 3 miliardi di anni: il vapore acqueo sarebbe stato immesso nell'atmosfera, insieme ad altri gas, durante le eruzioni.

L'acqua, inizialmente sotto forma di vapore, poco alla volta, per effetto del progressivo raffreddamento della Terra, si sarebbe condensata, dando luogo a grandi piogge e temporali che, in tempi geologici, avrebbero riempito tutte le cavità e le asperità della crosta terrestre e dato origine ai primi oceani. Oltre a questo meccanismo, anche il ghiaccio contenuto negli asteroidi e nelle comete avrebbe contribuito alla formazione di acqua sul nostro pianeta.



Utilizzo dell'acqua nel mondo

Anche se le destinazioni d'uso dell'acqua variano a seconda dei Paesi, a livello globale l'agricoltura è il settore che richiede maggiori quantitativi di acqua. È stato stimato che nel mondo la superficie di terreno che richiede acqua per l'irrigazione dei campi coltivati raggiunge i 3 milioni di chilometri quadrati.



Usi dell'acqua nella Regione Umbria

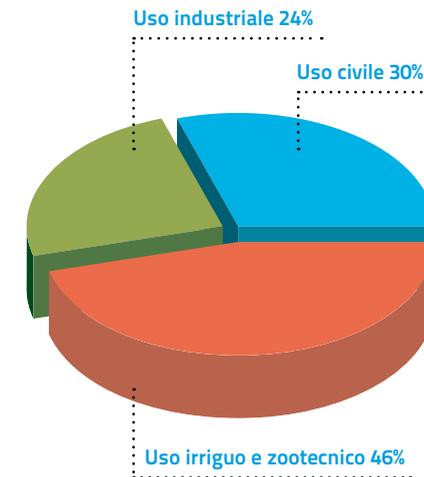
Anche a livello regionale il settore a più elevato consumo idrico è quello agricolo-zootecnico (93.217.769 m³/anno); In Umbria la superficie irrigata è pari a 32.000 ha (Dati ISTAT 2000) che corrisponde ad una richiesta d'acqua (stimata) pari a circa 107 milioni di metri cubi annui. In Provincia di Terni prevale il fabbisogno per le attività industriali (36.60.000 m³/anno).

I prelievi autorizzati da corpi idrici superficiali (189 m³/s) sono prevalentemente per uso idroelettrico.

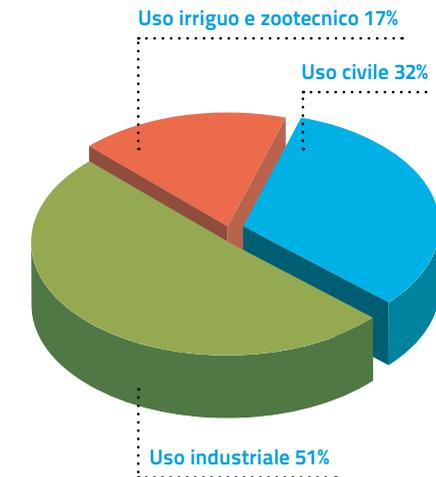
Per le acque sotterranee i prelievi sono legati all'uso potabile e industriale, che richiedono una migliore qualità dell'acqua.

Fonte: Relazione sullo stato dell'ambiente in Umbria, 2004

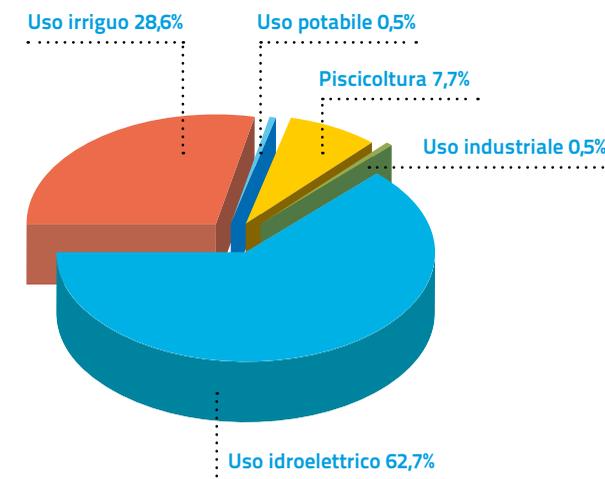
Fabbisogno idrico in Umbria per i principali usi dell'acqua



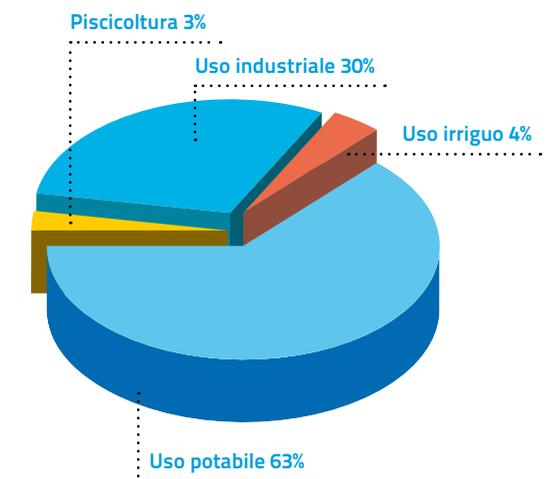
Fabbisogno idrico in Provincia di Terni per i principali usi dell'acqua



Prelievi da acque superficiali in Umbria per tipo di uso



Prelievi da acque sotterranee in Umbria per tipo di uso



L'acqua destinata al consumo umano

L'acqua per l'approvvigionamento idro-potabile proviene da:

Falde acquifere sotterranee

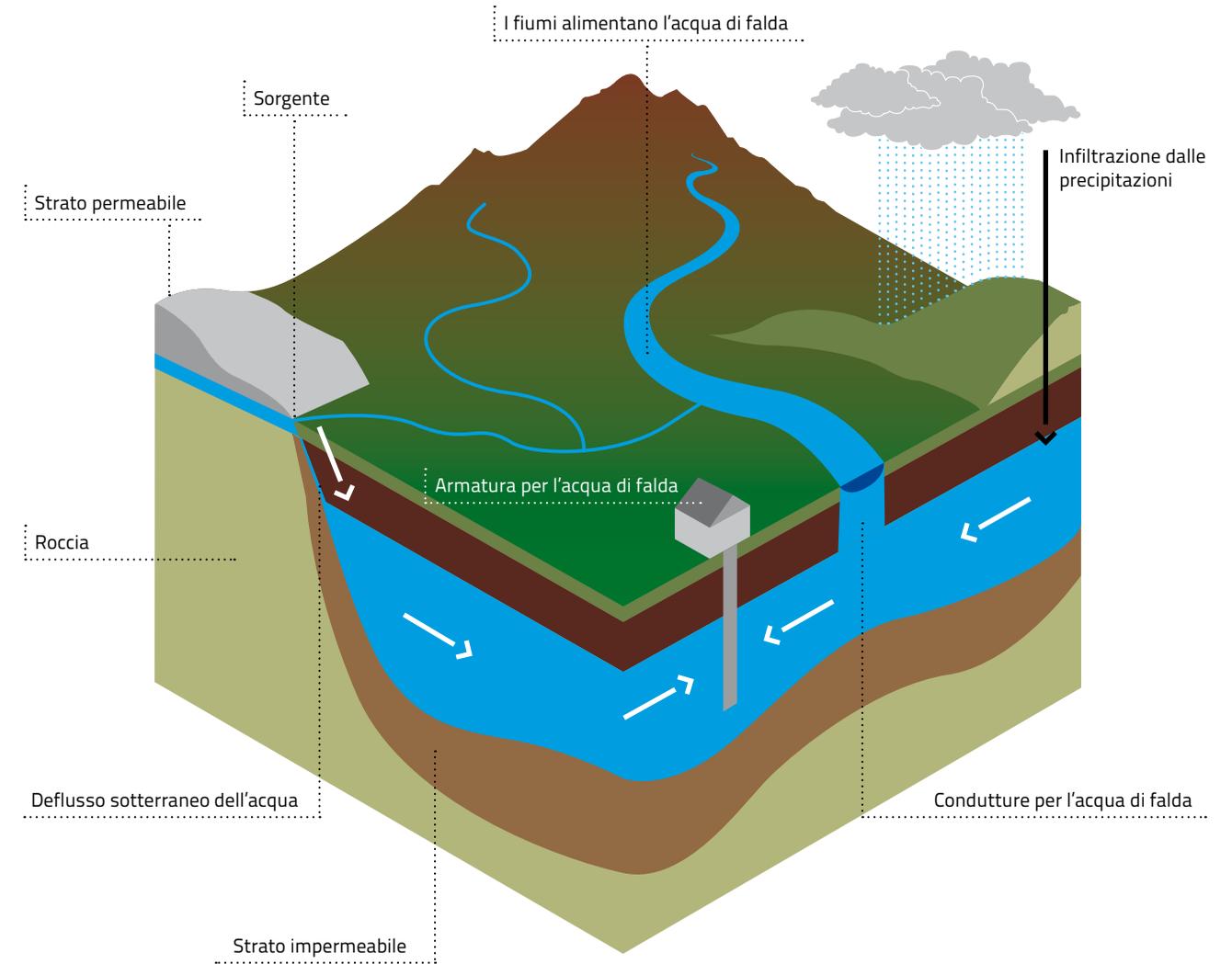
Sono le acque presenti in strati permeabili del sottosuolo, formati da sabbia e ghiaia, che si trovano per lo più sul fondo delle valli. Si tratta anche in questo caso di acque di origine meteorica (pioggia o scioglimento di nevi e ghiacciai) che penetrano nel sottosuolo in corrispondenza della **zona di ricarica** della falda e si raccolgono negli strati permeabili del terreno. Durante questo percorso le acque subiscono un naturale processo di **filtrazione**.

Sorgenti

Si tratta di fonti situate in zone dove l'acqua delle falde acquifere sgorga in superficie, dopo un percorso nel sottosuolo durante il quale non ha avuto contatti con l'ambiente esterno.

Acque superficiali (torrenti, fiumi, laghi)

La richiesta sempre maggiore di acque conseguente all'aumento di insediamenti civili ed industriali ha determinato la necessità di ricorrere a fonti di approvvigionamento **più esposte all'inquinamento ambientale**, dove l'acqua non ha i naturali requisiti di potabilità e deve essere sottoposta, per raggiungere le caratteristiche che la rendano idonea al consumo umano, a processi di **trattamento**.

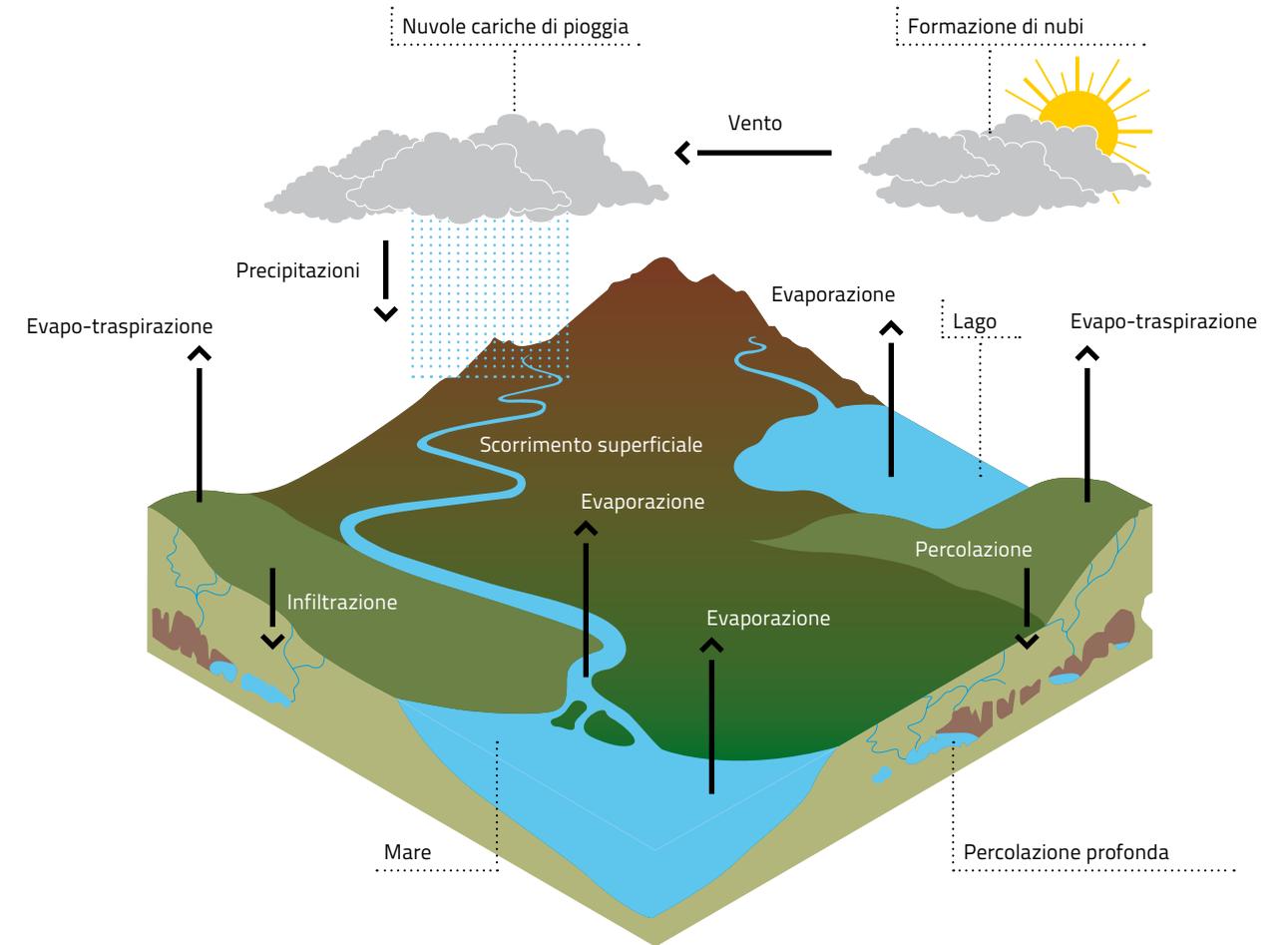


Il ciclo dell'acqua

L'acqua si trasforma continuamente, passando da uno stato fisico all'altro. Segue un ciclo scandito dall'energia solare, che provoca la sua evaporazione: dal terreno, dai laghi, dai fiumi e dagli oceani si crea un flusso costante di vapore acqueo che passa all'atmosfera. Dall'atmosfera l'acqua ricade, poi, come pioggia, neve, o grandine etc. sulla superficie terrestre. Le precipitazioni atmosferiche alimentano fiumi, laghi e ghiacciai. Parte della pioggia si disperde per fenomeni di evaporazione, altra penetra nel sottosuolo alimentando le falde idriche o viene assorbita dalle piante. Il resto scorre nella rete fluvio-lacustre. In tal modo l'acqua torna agli oceani, dove può evaporare di nuovo.

L'acqua in cifre

Ogni anno il ciclo dell'acqua coinvolge 577.000 km^3 di acqua, che evapora dalla superficie degli oceani (502.800 km^3) e dalla terra (74.200 km^3). La stessa quantità cade sotto forma di precipitazioni sugli oceani (458.000 km^3) e sulla terra (119.000 km^3). La differenza fra precipitazioni ed evaporazione sulla terra rappresenta la portata complessiva dei corsi d'acqua ($42.700 \text{ km}^3/\text{anno}$) ed il trasporto diretto dalla falda al mare ($2.100 \text{ km}^3/\text{anno}$).



L'acqua: una risorsa da difendere

Le attività umane influenzano il ciclo dell'acqua. Negli ultimi anni si è modificata non soltanto la **quantità** d'acqua disponibile, ma la sua **qualità**.

L'acqua, nel percorrere il ciclo idrologico, trasporta molte sostanze, naturali o introdotte dall'uomo, che ne definiscono la qualità.

Alcuni inquinanti entrano nel ciclo idrologico per via atmosferica: è noto il fenomeno delle **piogge acide** dovuto agli acidi che si formano per le emissioni di ossidi di azoto e anidride solforosa prodotti dalle industrie e dai veicoli a motore. Le piogge acide causano l'acidificazione dei laghi in tutto il mondo industrializzato.

I principali carichi inquinanti dei fiumi e dei laghi derivano dagli **scarichi civili, agricoli, zootecnici e industriali**.

Di fatto l'inquinamento sta rendendo inutilizzabili molte risorse idriche, riducendo la quantità di acqua disponibile per le attività dell'uomo e per la **vita degli organismi acquatici**.

La qualità delle acque interne dipende non solo dalla quantità degli scarichi, ma anche **dalle misure di trattamento e di depurazione** che vengono messe in atto. In Umbria sono presenti 215 impianti di depurazione di acque reflue civili. In complesso i carichi inquinanti derivanti dal settore civile e da quello industriale vengono eliminati con un'efficienza del 90-95%, mentre quelli derivanti dalla zootecnia sono rimossi con un'efficienza del 76-85%; per quelli agricoli non vi sono sistemi utilizzabili.

Fonte: Rapporto ARPA Umbria, 2004

Fattori di disturbo per gli ecosistemi acquatici



Tra i vari usi dell'acqua rientra la conservazione della vita acquatica e degli ecosistemi. Molte specie ittiche e altri organismi acquatici sono minacciati dall'inquinamento delle acque, dalle modificazioni del regime idrico e dall'introduzione di specie esotiche.

Uso sostenibile dell'acqua

La sostenibilità dell'uso dell'acqua dipende dalla capacità dell'uomo di adattare i propri comportamenti al ciclo dell'acqua.

Attualmente ci troviamo ad affrontare il problema della gestione delle risorse idriche, a causa della **diminuzione della disponibilità di acqua** che occorre per lo svolgimento delle attività umane e per la vita degli organismi acquatici.

Il **consumo** mondiale di acqua dolce è **in aumento**, come conseguenza **dell'incremento demografico** della popolazione umana e dell'aumento del consumo pro capite per usi agricoli e industriali. Il consumo medio di acqua per ogni abitante del pianeta è raddoppiato rispetto all'inizio del 1900, e, globalmente, il consumo mondiale di acqua è circa decuplicato solo nell'arco di un secolo.

All'aumento dei consumi idrici si uniscono i **fenomeni di inquinamento** che determinano uno scadimento della qualità dell'acqua che ne preclude l'utilizzo e la **diminuzione della piovosità** dovuta ai cambiamenti climatici globali che, annunciati da tempo da numerosi scienziati, sono ora divenuti una realtà tangibile.

L'uso sostenibile della risorsa idrica dovrebbe basarsi non solo sul risanamento dei corpi idrici inquinati, ma anche sulla **prevenzione**, il **riciclo**, ad esempio attraverso un maggiore utilizzo delle acque di scarico e la **lotta agli sprechi**, ad esempio attraverso la manutenzione degli acquedotti. A scala regionale il volume di acqua consegnato all'utenza è pari solo a circa il 46% del volume idrico immesso nella rete degli acquedotti (Relazione sullo stato dell'ambiente, 2004).

Per una agricoltura più sostenibile, è auspicabile il passaggio a **metodi irrigui più efficienti** e l'evoluzione verso **colture meno idroesigenti**.

Per la salvaguardia della struttura e delle funzioni degli ecosistemi fluviali e per la tutela della biodiversità degli organismi acquatici, il prelievo idrico delle acque dei fiumi deve essere compatibile con il mantenimento del **Deflusso Minimo Vitale** (D.M.V.), inteso come quantità minima di acqua fluente atta a garantire la vita acquatica.

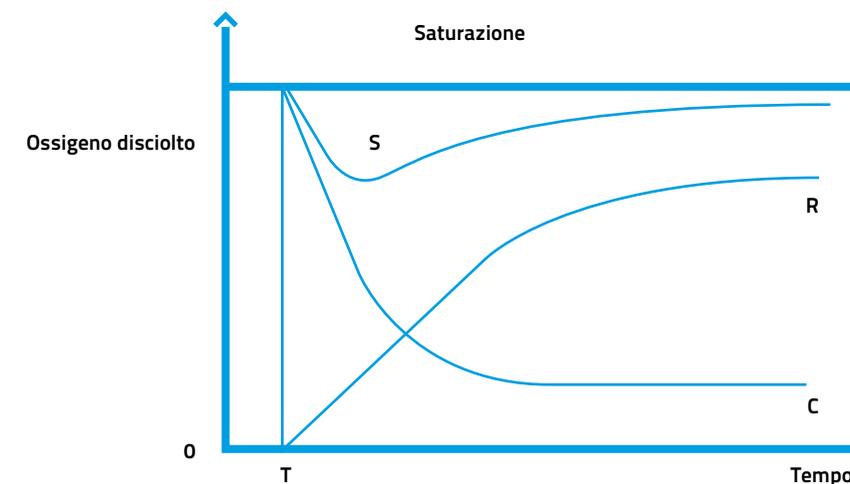
L'inquinamento

Definizione di inquinamento: alterazione non desiderabile delle caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche dell'aria, dell'acqua, della terra potenzialmente negativa per le specie vegetali e animali, o in grado di ridurre la qualità e/o la quantità delle risorse naturali disponibili (ODUM, 1971).

Negli ultimi anni si è modificata non soltanto la quantità d'acqua disponibile, ma la sua qualità. I fenomeni di inquinamento rendono infatti inutilizzabili molte delle risorse idriche disponibili.

L'inquinamento dei corsi d'acqua

Gli effetti di un inquinamento da sostanza organica, verificatosi in un dato punto di un corso d'acqua, possono essere rappresentati ponendo in diagramma il tenore di ossigeno disciolto in funzione del tempo. Si può costruire in tal modo la cosiddetta **curva a sacco** (S) che è la risultante di due curve sovrapposte indicanti rispettivamente il consumo di ossigeno disciolto (C) dovuto all'attività dei batteri aerobi decompositori che degradano la sostanza organica e l'arricchimento in ossigeno (R) dovuto alla diffusione di questo dall'atmosfera e all'attività fotosintetica.



La curva a sacco (S) rappresenta il **potere autodepurante** del corso d'acqua, che può essere definito come la capacità di un fiume di assorbire senza danno un certo carico di inquinamento organico, recuperando la qualità delle proprie acque a valle di uno scarico.

Monitoraggio chimico

La misurazione di alcuni parametri chimico-fisici ci fornisce importanti indicazioni sulla qualità dell'acqua e ci consente di rilevare le cause specifiche di un fenomeno di inquinamento.

Indicatori chimico-fisici

L'indicatore chimico esprime un aspetto particolare e a volte istantaneo della qualità dell'acqua, misurando la concentrazione di uno specifico inquinante. Se per esempio vogliamo descrivere la quantità di nutrienti in un corpo idrico, potremmo utilizzare, come indicatori, la concentrazione di nitrati e fosfati.

Gli indicatori di qualità

La temperatura

La temperatura di un fiume o di un lago è data dalla quantità di energia solare assorbita dall'acqua, dal suolo e dall'aria circostante. La sopravvivenza degli organismi acquatici può venire compromessa da variazioni della temperatura dell'acqua, perché ogni specie vivente svolge le sue attività vitali entro l'escursione naturale della temperatura dell'ambiente al quale si è adattato.

L'ossigeno disciolto

Gli animali acquatici come i pesci e lo zooplancton per respirare, utilizzano l'**ossigeno gassoso** (O₂) sciolto nell'acqua. L'ossigeno disciolto è uno dei parametri più importanti per formulare un giudizio sulla qualità dell'acqua. I fattori che influenzano la solubilità dell'ossigeno sono:

la **temperatura**, la **pressione atmosferica**, la **salinità**, l'**attività dei batteri**, la **fotosintesi clorofilliana**, il **regime** più o meno turbolento di un corso d'acqua.

La concentrazione dell'ossigeno disciolto può essere espressa in **mg/l** e in **% di saturazione**. La percentuale di saturazione è la quantità di ossigeno rispetto al valore massimo, preso uguale a cento, che si può avere nelle stesse condizioni di salinità, di temperatura e di pressione atmosferica.

Fauna ittica
Salmonidi < 21,5°C
Ciprinidi < 28°C

Fauna ittica
Salmonidi > 9 mg/l
Ciprinidi > 7 mg/l

Fauna ittica
6 < pH < 9

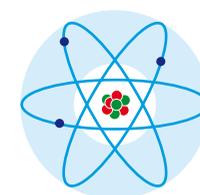
Il pH

Il pH è la misura del contenuto acido dell'acqua. Il pH di un'acqua influenza la maggior parte dei processi chimici. L'acqua pura ha un pH uguale a 7 (pH neutro). Una pioggia priva di inquinanti ha un pH compreso tra 5 e 6; questa acidità è dovuta all'anidride carbonica (CO₂) che dall'aria si scioglie nelle gocce d'acqua. La pioggia più acida ha un pH 4. La maggior parte dei laghi e dei fiumi ha un pH compreso tra 6,5 e 8,5.

L'intervallo ottimale per i processi vitali della flora e della fauna è compreso tra 7 e 8,5.

Valori più alti o più bassi possono provocare danni all'ecosistema acquatico compromettendo la possibilità di vita degli organismi viventi. Il pH di un corpo idrico influenza notevolmente la qualità delle specie che possono vivere in esso.

| | | | | | |
|------|-------------------|------|----------------|-------|----------------|
| pH=0 | Acido fluoridrico | pH=5 | Caffè | pH=10 | Magnesia |
| pH=1 | Acido cloridrico | pH=6 | Latte | pH=11 | Ammoniaca |
| pH=2 | Succo di limone | pH=7 | Acqua pura | pH=12 | Acqua saponata |
| pH=3 | Succo di arancia | pH=8 | Acqua del mare | pH=13 | Candeggina |
| pH=4 | Pioggie acide | pH=9 | Dentifricio | pH=14 | Soda caustica |



La conducibilità elettrica

L'acqua pura è un cattivo conduttore di elettricità. Sono le impurità come i sali disciolti che rendono l'acqua capace di condurre la corrente elettrica. Maggiori sono le concentrazioni dei sali disciolti e maggiore è la conducibilità elettrica. I sali presenti in un fiume possono provenire dalla solubilità del materiale che costituisce il bacino oppure da reflui di attività umane.

Valori troppo elevati di conducibilità possono compromettere la vita acquatica.

Monitoraggio biologico

Il monitoraggio biologico può essere definito come uno strumento che utilizza gli organismi viventi per la valutazione dei cambiamenti avvenuti nell'ambiente - di origine naturale o antropica - generalmente allo scopo di misurare e controllare la qualità ambientale (P.Nicolai, [La scienza della bioindicazione](#), 1992).

Gli organismi viventi utilizzati per analizzare i corsi d'acqua

Negli ultimi anni sta aumentando l'attenzione verso lo studio degli organismi viventi che popolano gli ambienti acquatici. Difatti determinate modificazioni nelle caratteristiche fisiche e chimiche in un dato corso d'acqua, inducono altrettante modificazioni di tipo qualitativo e quantitativo nella struttura delle popolazioni e delle comunità e nel comportamento dei diversi popolamenti animali e vegetali.

Bioindicatori

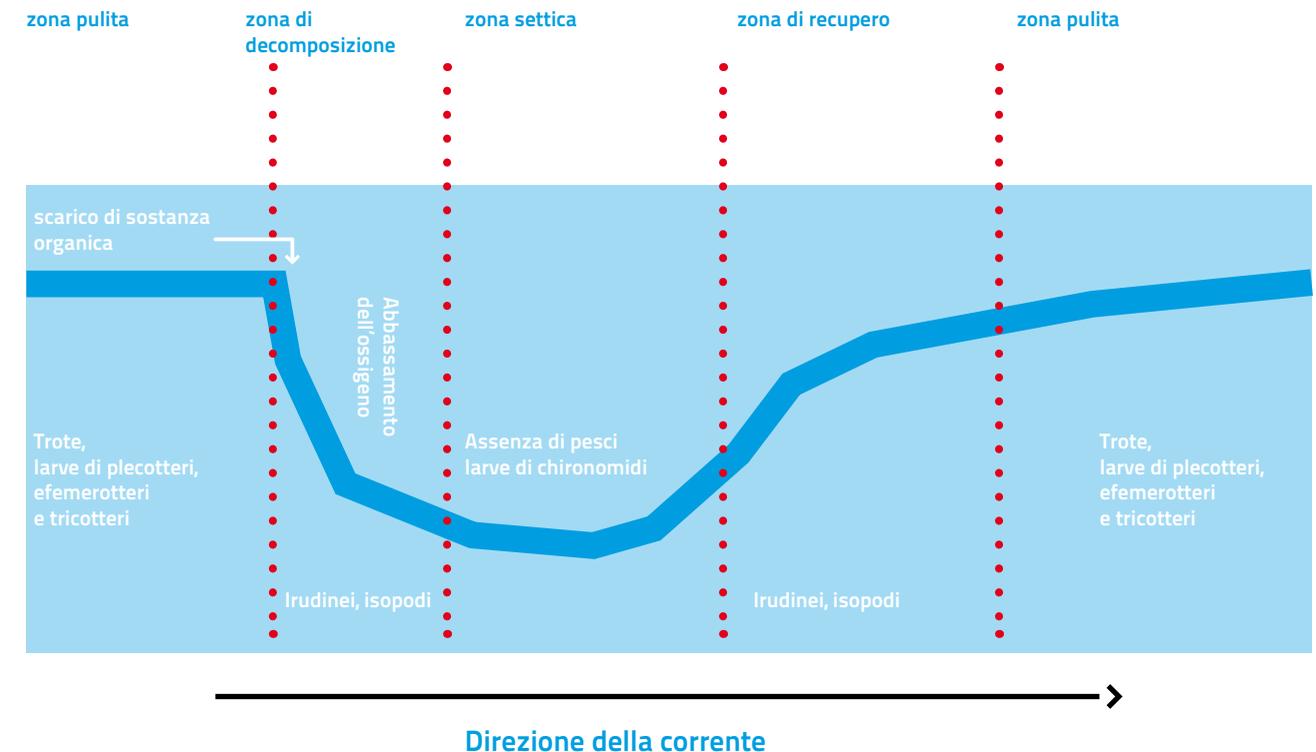
Alcuni organismi vengono utilizzati come "sentinelle ambientali", in grado di evidenziare, nel tempo, le variazioni delle condizioni del proprio habitat.

La presenza-assenza di questi organismi viventi può fornire importanti indicazioni sulla qualità ambientale, che potranno essere utilizzate per attuare piani di risanamento, protezione e valorizzazione delle risorse naturali.

Requisiti di un bioindicatore

- > Sensibilità nei confronti degli agenti inquinanti
- > Presenza stabile nel corso d'acqua
- > Facilità di campionamento

Le comunità che vivono in ambienti stabili ed inalterati hanno una struttura più complessa e quindi una maggiore **biodiversità** rispetto agli ambienti sottoposti a continui stress ambientali.



Le comunità reagiscono alle perturbazioni esterne con uno squilibrio dei rapporti numerici degli individui tra le diverse specie: si verifica l'estinzione delle specie più sensibili, l'aumento degli organismi più resistenti agli stress ambientali e la comparsa di nuove specie assenti in condizioni naturali.

Come valutare la qualità dell'acqua attraverso gli indici biotici

Gli indici biotici sono utilizzati per valutare la qualità dell'ambiente oggetto di studio. Quando la qualità dell'acqua peggiora, scompaiono le specie più sensibili mentre sopravvivono gli organismi più resistenti agli stress ambientali. Pertanto, se in un corso d'acqua vengono rinvenute molte specie sensibili all'inquinamento, significa che la qualità dell'ambiente è buona. Se si evidenziano solo le specie più resistenti, mentre mancano le più sensibili, siamo in presenza di un ambiente inquinato.

In questo modo il grado di inquinamento viene valutato in base al punteggio determinato dalla presenza nell'ambiente in questione della famiglia, del genere o della specie (taxon) più sensibile e dal numero totale di unità sistematiche presenti.

Il giudizio sulla qualità dell'ambiente che scaturisce dall'analisi dovrà essere tradotto in termini numerici per rendere comprensibili e confrontabili i risultati ottenuti, sia a livello spaziale che temporale. Ciò è possibile attribuendo a determinate specie un valore numerico, il valore di indicatore, che sarà proporzionale al loro grado di sensibilità all'inquinamento, e valutando, sempre in termini numerici, anche la ricchezza di specie complessiva della comunità (biodiversità).

I Macroinvertebrati

Si tratta di organismi la cui taglia supera il mm, per cui sono facilmente visibili e riconoscibili ad occhio nudo.

Nel controllo biologico delle acque svolgono un ruolo fondamentale i **macroinvertebrati bentonici**, cioè quelli che vivono almeno una parte della loro vita a contatto con un substrato (ad esempio sedimento del fondo, piante acquatiche, massi, ciottoli) avvalendosi di adattamenti che li rendono capaci di resistere alla corrente.

In ogni tratto fluviale è presente una comunità di macroinvertebrati composta da varie specie. Ciascuna specie vive in habitat caratterizzati da particolari valori dei parametri ambientali come la velocità di corrente, la profondità, il tipo di substrato, la presenza di detrito organico e la concentrazione dell'ossigeno disciolto.

La maggior parte di questi organismi è costituita da larve di insetti.



Ninfa di Efemerottero



Larva di Plecottero



Larva di Tricottero

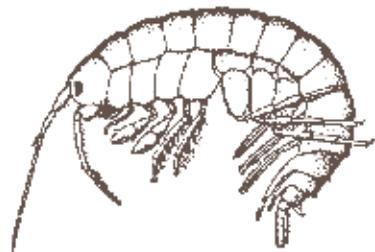
Adattamenti alla corrente

Adattamenti morfologici

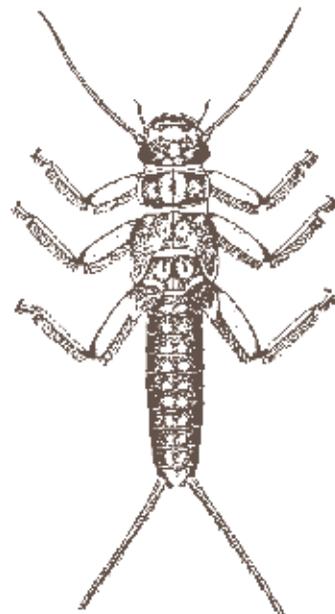
- Forma del corpo idrodinamica
- Forma del corpo appiattita
- Ventose e superfici vischiose
- Dentelli ed uncini
- Appesantimento del corpo



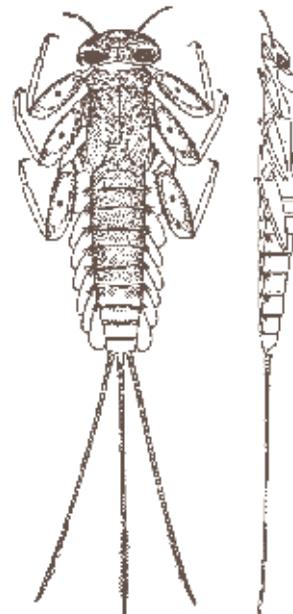
Tricotteri



Gammaridi



Plecotteri



Efemerotteri

Il ciclo biologico di un Tricottero

- A > le uova vengono deposte sul margine inferiore di una foglia
- B > la massa ovigera cade sul fondo
- C > giovane larva
- D > larva matura sul fondo
- E > fodero pupale ancorato ad una pietra
- F > pupa che raggiunge la superficie dell'acqua
- G > pupa matura
- H > immagine
- I > imago in volo

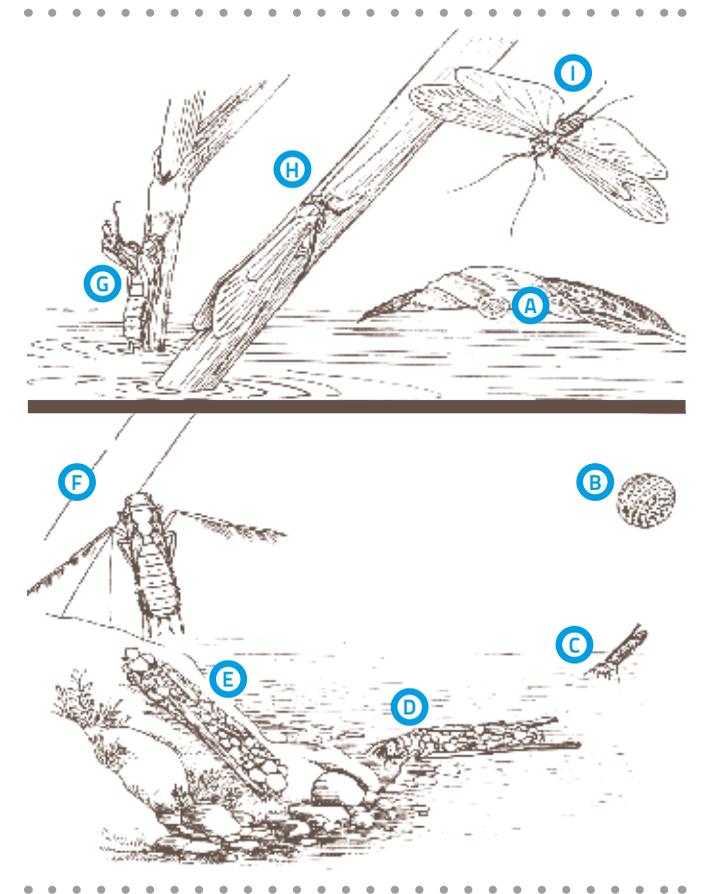


Immagine tratta dal volume *Tricotteri* di G. Moretti (n. 19 della collana: *Guide C.N.R. per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane*, 1987)

L'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)

Mediante il metodo **I.B.E.**, dopo aver classificato i macroinvertebrati raccolti in un determinato tratto di fiume, è possibile valutare la qualità dell'acqua utilizzando una tabella a doppia entrata. Il calcolo del valore dell'indice si basa sulla ricchezza complessiva delle unità sistematiche che compongono la comunità e sulla diversa sensibilità dei gruppi di macroinvertebrati nei confronti delle alterazioni ambientali.

| Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella | | Numero totale delle unità sistematiche (U.S.) [secondo ingresso] | | | | | | | | |
|--|--|--|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | 0 - 1 | 2 - 5 | 6 - 10 | 11 - 15 | 16 - 20 | 21 - 25 | 26 - 30 | 31 - 35 | 36 - ... |
| Plecoteri presenti | Più di una sola U.S. | - | - | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | Una sola U.S. | - | - | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Efemerotteri presenti | Più di una sola U.S. | - | - | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | - |
| | Una sola U.S. | - | - | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | - |
| Tricotteri presenti | Più di una sola U.S. | - | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | - |
| | Una sola U.S. | - | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - |
| Gammaridi presenti | Tutte le U.S. sopra assenti | - | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | - |
| Asellidi presenti | Tutte le U.S. sopra assenti | - | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | - |
| Oligocheti o Chironomidi | Tutte le U.S. sopra assenti | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | - | - | - | - |
| Tutti i taxa precedenti assenti | Possono esserci organismi a respirazione aerea | 0 | 1 | - | - | - | - | - | - | - |

Tabella tratta dal volume **I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua** di P. F. Ghetti, 1986.

Legislazione

La Direttiva 2000/60/CE del 22.12.2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, inserisce i macroinvertebrati tra gli **elementi di qualità biologica** per la definizione dello stato ecologico **elevato**, **buono** e **sufficiente** dei fiumi.

Elemento

Macroinvertebrati bentonici

Stato elevato

Composizione e abbondanza tassonomica che corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate.

Rapporti tra taxa sensibili e taxa tolleranti che non presenta variazioni rispetto ai livelli inalterati.

Livello di diversità dei taxa invertebrati che non presenta variazioni rispetto ai livelli inalterati.

Stato buono

Lievi variazioni nella composizione e abbondanza dei taxa invertebrati rispetto alle comunità tipiche specifiche.

Rapporto tra taxa sensibili e taxa tolleranti che presenta lievi variazioni rispetto ai livelli tipici specifici.

Livello di diversità dei taxa invertebrati che presenta lievi variazioni rispetto ai livelli tipici specifici.

Stato sufficiente

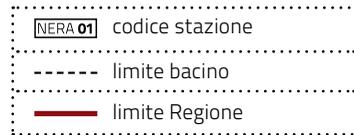
Composizione e abbondanza dei taxa invertebrati che si discosta moderatamente dalle comunità tipiche specifiche.

Assenti i gruppi tassonomici principali della comunità specifica.

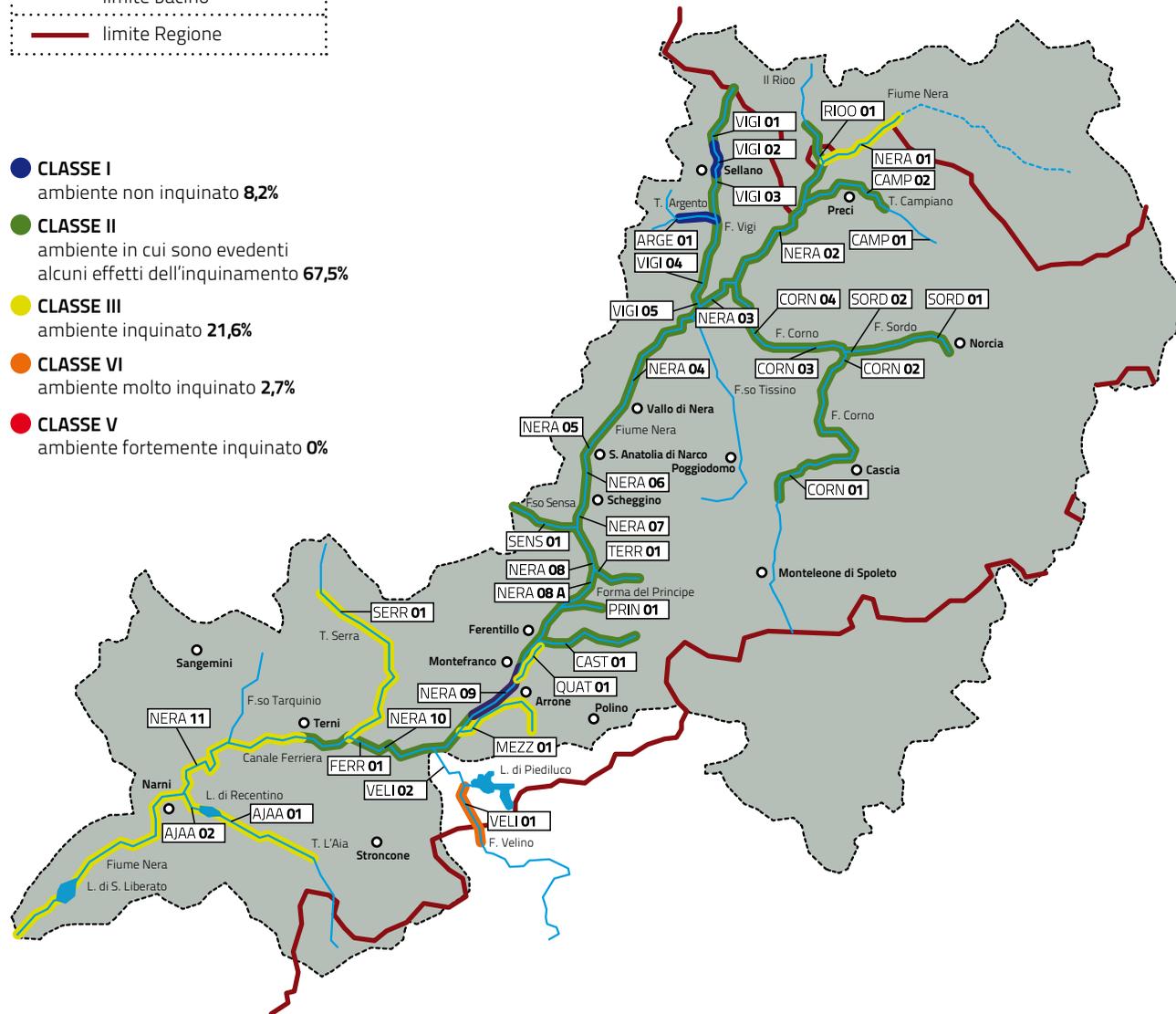
Rapporto tra taxa sensibili e taxa tolleranti e livello di diversità che sono sostanzialmente inferiori al livello tipico specifico e significativamente inferiori allo stato buono.

Situazione ambientale nel bacino del Nera

La fauna ittica



- **CLASSE I**
ambiente non inquinato **8,2%**
- **CLASSE II**
ambiente in cui sono evidenti
alcuni effetti dell'inquinamento **67,5%**
- **CLASSE III**
ambiente inquinato **21,6%**
- **CLASSE VI**
ambiente molto inquinato **2,7%**
- **CLASSE V**
ambiente fortemente inquinato **0%**



4

Fonte: Carta Ittica Regionale. Bacino del Fiume Nera. Regione dell'Umbria, 2003

Cos'è un pesce?

- 1 Un pesce è un vertebrato a sangue freddo che vive nell'acqua, respira con le branchie, ed è dotato di pinne.
- 2 I pesci possono avere le forme più svariate, ma il corpo è sempre distinto in 3 parti: il **capo**, il **tronco** e la **coda**.
- 3 Le pinne servono per il nuoto. Si distinguono le pinne pari (pettorali e pelviche) e le pinne impari (dorsale, anale, caudale).

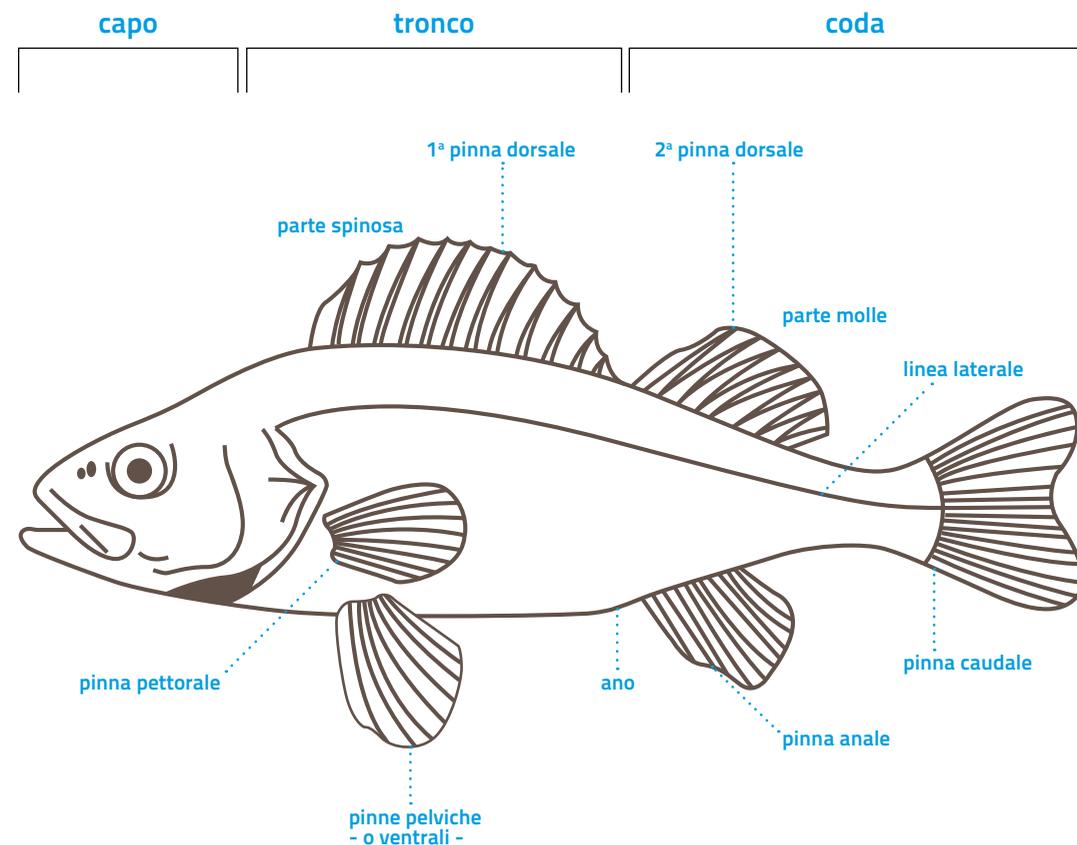
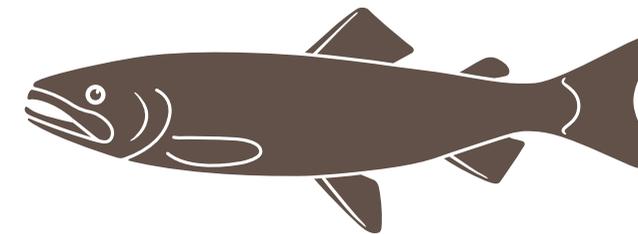


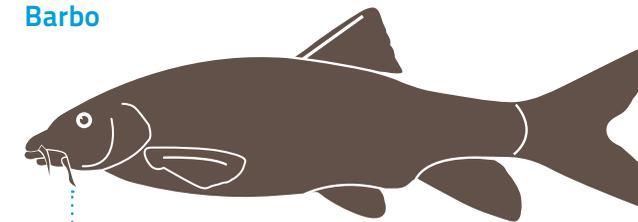
Immagine modificata tratta dal volume *Pesci d'acqua dolce*, di S. Bruno e S. Maugeri, 1992

- 4 Nella maggior parte dei pesci il corpo è ricoperto da scaglie.
- 5 La posizione della bocca varia tra le diverse specie: può essere terminale, inferiore o superiore.

Trota fario



Barbo



barbigli

Il perché di una forma

La forma di un pesce è caratterizzata da una più o meno accentuata **idrodinamicità** legata all'ambiente e alle abitudini di vita.

Adattamenti dei pesci alla corrente

I pesci **reofili**, tipici delle acque correnti, hanno il corpo allungato, maggiormente adatto al nuoto nelle acque dove la velocità di corrente è elevata. I pesci **limnofili**, tipici delle acque stagnanti e del tratto terminale dei fiumi, hanno il corpo più tozzo, per nuotare devono contrastare deboli velocità di corrente.

Pesci di fiume



Pesci di lago



| Specie | Velocità di nuoto m/s |
|------------|-----------------------|
| • Salmone | 8,00 |
| • Trota | 4,40 |
| • Cavedano | 2,70 |
| • Barbo | 2,40 |
| • Tinca | 0,50 |
| • Luccio | 0,45 |
| • Carpa | 0,40 |

Differenze tra ambiente acquatico e ambiente terrestre

L'acqua dolce è più pesante dell'aria:

ha una densità 850 volte superiore a quella dell'atmosfera.

Ciò comporta che in ambiente acquatico c'è una minore esigenza di strutture portanti, quindi lo scheletro di un pesce è più leggero rispetto a quello dei vertebrati terrestri.

L'acqua dolce ha una viscosità 100 volte superiore a quella dell'atmosfera.

Questo comporta un maggiore dispendio energetico per il movimento in acqua: perciò un pesce ha le masse muscolari più sviluppate rispetto agli organismi terrestri e ha una forma idrodinamica.

Diversa concentrazione dei gas biologicamente importanti.

Negli ambienti acquatici la disponibilità di ossigeno e anidride carbonica è limitata. Ogni specie ittica è adattata a determinate concentrazioni di ossigeno disciolto.

L'acqua dolce ha una grande capacità di accumulare il calore: alto calore specifico.

Le escursioni termiche nell'acqua sono modeste, perciò molti animali acquatici non hanno adottato il regime omeotermico e sono stenotermi, cioè possono vivere e compiere le funzioni vitali all'interno di intervalli di temperatura ristretti.

Più o meno elevata concentrazione di sali.

Nei diversi ambienti acquatici la concentrazione di sali disciolti può subire forti variazioni. Ciò implica una maggiore difficoltà per mantenere l'osmoregolazione. I pesci d'acqua dolce, in particolare, vivono in ambiente meno concentrato (ipotonico) rispetto al contenuto idrosalino dei loro liquidi corporei. Perciò assumono per osmosi molta acqua attraverso le branchie e la pelle. Per ovviare a questa idratazione emettono abbondanti quantità di urina molto diluita.

La trota fario

5

Morfologia

Carta d'identità

Famiglia: **Salmonidae**

Genere: **Salmo**

Specie: **trutta**

La trota fario è un pesce predatore, quindi ha una bocca ampia e provvista di forti denti che le permettono di afferrare saldamente la preda; il corpo ha una forma fusiforme con grande sviluppo delle masse muscolari, che la rendono adatta a nuotare nelle acque in cui la velocità di corrente è elevata; la livrea è caratterizzata dalla presenza di macchie tondeggianti di colore nero e rosso sui fianchi, sul dorso, e sulla pinna dorsale. In ambienti particolarmente favorevoli può raggiungere il peso di 10 Kg e la lunghezza di un metro; nelle nostre acque di solito non supera i 40 cm di lunghezza e i 10 anni di età.



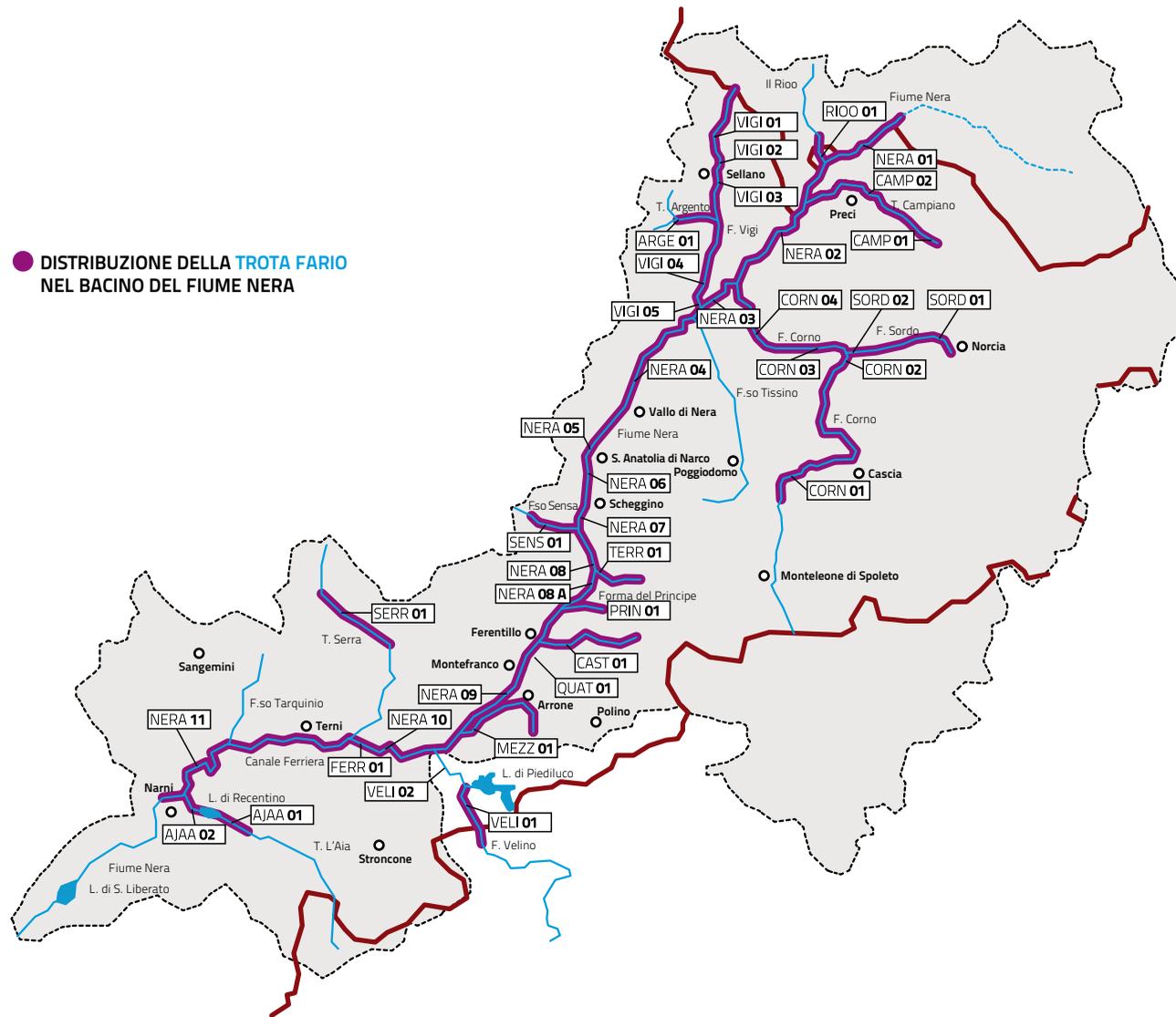
L'habitat

Le trote preferiscono le acque fresche, limpide e veloci dei torrenti e della parte montana dei fiumi. Dove l'acqua è più profonda, la trota sosta presso tronchi e sassi sommersi; dove l'acqua è più bassa e la corrente è veloce, rimane nelle zone movimentate da rapide e cascatelle.

Di solito assume la tipica posizione **di agguato**, con il corpo disposto contro corrente: con impercettibili movimenti delle pinne, resta per molto tempo immobile aspettando che la corrente trasporti vicino ad essa qualche preda.

La distribuzione nel bacino del fiume Nera

● DISTRIBUZIONE DELLA TROTA FARIO NEL BACINO DEL FIUME NERA



| | |
|---------|-----------------|
| NERA 01 | codice stazione |
| --- | limite bacino |
| — | limite Regione |

Fonte: Carta Ittica Regionale. Bacino del Fiume Nera. Regione dell'Umbria, 2010

La buona qualità delle acque, le modeste variazioni di temperatura che si registrano durante l'arco dell'anno, la portata costante garantita dall'elevata permeabilità del suolo calcareo che caratterizza gran parte del bacino, l'abbondante disponibilità di cibo, fanno del Nera l'habitat ideale della trota fario, soprattutto nella parte più montana. La trota fario, infatti, è la specie più diffusa del bacino. Nel tratto a valle di Terni l'abbondanza delle sue popolazioni diminuisce a vantaggio di altre specie ittiche, appartenenti alla famiglia dei ciprinidi (barbo tiberino, cavedano, carpa).

Alimentazione

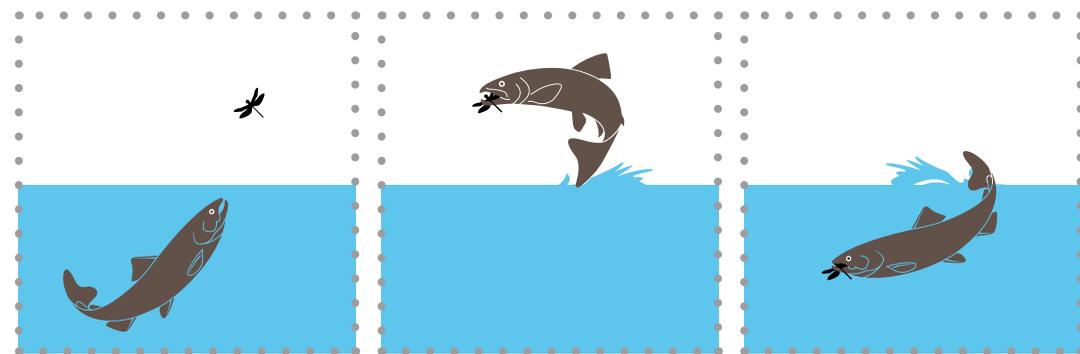
La trota fario si nutre prevalentemente di invertebrati acquatici (insetti allo stadio larvale e adulto, crostacei) e di pesci. Non seleziona molto le proprie prede, catturando di fatto ogni organismo in movimento che si presenti alla sua portata. Poiché è un'ottima nuotatrice, può raggiungere velocità elevate (fino a 40 Km/h) che le permettono di predare fulmineamente gli animali che rientrano nella sua vasta gamma alimentare.

Curiosità

Le trote hanno grandi mascelle bordate da denti aguzzi, rivolti verso l'interno della bocca per evitare che la preda possa scivolarne fuori prima di essere inghiottita. I denti possono essere sostituiti più volte nel corso della vita. Come tutti i pesci, le trote ingoiano il cibo senza masticarlo.

La tecnica di caccia

Nella figura sottostante si può osservare una trota che avvista e cattura un insetto compiendo un balzo fuori dall'acqua. Le trote hanno una vista molto acuta e sono in grado di distinguere alcuni colori. Il loro campo visivo è molto ampio e per una parte di esso la visione è binoculare.



Il comportamento

La conquista del territorio

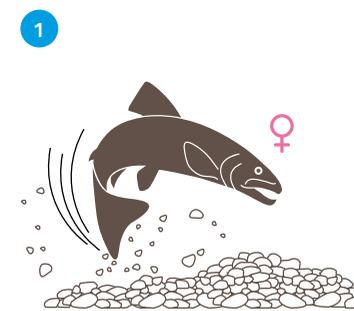
La trota è una specie territoriale, cioè difende l'area in cui abitualmente vive. La territorialità è dovuta all'esigenza di conquistarsi uno spazio, vicino al fondo del corso d'acqua, dove la velocità di corrente è minore. La difesa del territorio si manifesta con l'attacco e l'inseguimento degli intrusi e l'ampiezza della superficie difesa dipende dalle dimensioni del pesce e dalle risorse alimentari che può fornire: generalmente il pesce più grosso conquista sempre il territorio migliore e più protetto. È maggiormente attiva al crepuscolo e all'alba, mentre è inattiva nelle ore di massima luminosità.

Sul filo della corrente...

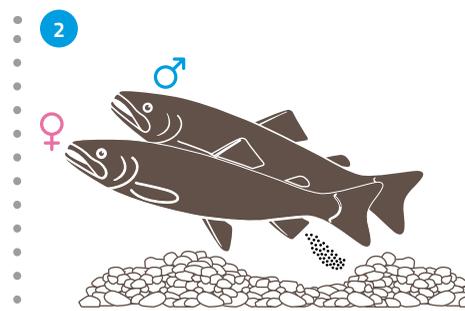
Durante il periodo riproduttivo, che nelle nostre acque coincide con il mese di dicembre, i **riproduttori** risalgono i fiumi, nuotando contro corrente, per raggiungere le **zone di frega**, cioè gli habitat caratterizzati da fondi ghiaiosi e ciottolosi con acque basse e veloci dove le uova vengono deposte.

La riproduzione

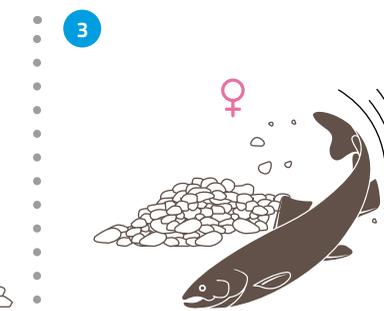
Come per gli altri pesci che vivono nelle nostre acque, la riproduzione della trota è **ovipara** a **fecondazione esterna**. Le femmine scavano delle buche sul fondo con dei colpi di coda e depongono le uova, che vengono immediatamente fecondate dal maschio e successivamente ricoperte di ghiaia. Di seguito vengono illustrati in sequenza gli stadi della riproduzione nella trota fario.



Con dei colpi della pinna caudale, la femmina scava in un fondale ghiaioso la buca in cui verranno deposte le uova.



Depone le uova nel nido, affiancata dal maschio che le feconda immediatamente.

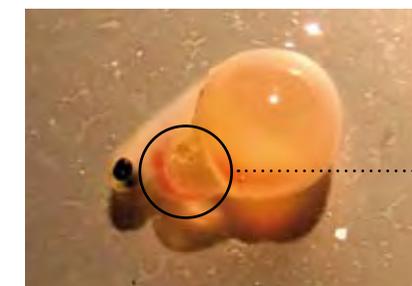


In ultimo le uova vengono ricoperte con la ghiaia a scopo protettivo.

La schiusa delle uova

Le uova, che hanno un diametro di 5 mm, sono di colore giallo-arancio. Il numero delle uova prodotte dipende dall'età delle femmine e dal loro peso. Il tempo di incubazione è il periodo compreso tra la fecondazione e la schiusa. Il tempo di incubazione per le uova di trota è pari a circa 400 gradi-giorno. I gradi-giorno indicano il tempo necessario per la schiusa alla temperatura di 1°C. Ad esempio se la temperatura dell'acqua è di 10°C, la schiusa avviene in 40 giorni.

Uovo embrionato



Sacco vitellino

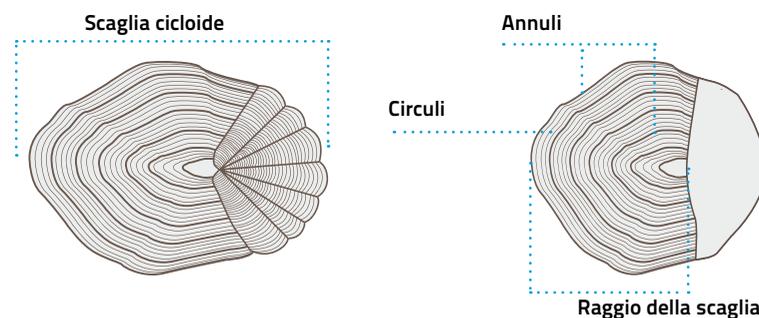
Il ciclo vitale

Dopo la schiusa gli avannotti rimangono pressochè immobili fino all'assorbimento del sacco vitellino dal quale ricavano il nutrimento necessario per i primi giorni di sviluppo. Gli avannotti crescono abbastanza rapidamente e dopo un anno raggiungono i 15 cm. I maschi diventano adulti a 2 anni, le femmine a 3 anni.



La determinazione dell'età

Le **scaglie** sono formazioni ossee inserite nella pelle, incastrate fra loro come le tegole di un tetto. La deposizione del calcio sulla scaglia forma una serie di anelli concentrici chiamati **circoli**. La crescita della scaglia è **continua**, ma **non costante**. Nel periodo invernale si osserva un rallentamento della crescita per cui si forma una zona in cui si ha un infittimento dei circoli e che prende il nome di **annulo**. Contando il numero di annuli è possibile quindi risalire al numero di inverni vissuti dal pesce.



L'accrescimento nei pesci è **indefinito**, cioè continua durante tutta la vita, ma rallenta con l'avanzare dell'età, nei periodi invernali, in condizioni di scarsità di cibo e in caso di malattia.

La pesca

La **trota fario** è una specie di grande interesse commerciale, in quanto le sue carni sono di ottima qualità.

In Europa è il pesce stanziale più ambito dai pescatori sportivi: nei fiumi la pesca è praticata con esche naturali o artificiali, la cui forma imita gli stadi larvali e adulti di insetti.

Regolamentazione

L'attività di pesca determina, in una popolazione di trote, una mortalità aggiuntiva rispetto a quella naturale, che porta ad una diminuzione della consistenza numerica. Per tale motivo vengono adottate delle regole allo scopo di salvaguardare la fauna ittica, come ad esempio:

la **misura minima alla quale il pesce può essere prelevato**, allo scopo di permettere al pesce di riprodursi almeno una volta prima di essere catturato

il **divieto di pesca durante il periodo riproduttivo**, per evitare il prelievo dei riproduttori in un momento così importante per la sopravvivenza della specie.

la **limitazione del numero di esemplari che si possono catturare**, per evitare un eccessivo prelievo

