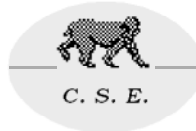




ETHOIKOS



CENTRO STUDI ETOLOGICI

C. S. E.



Convento dell'Osservanza

Radicondoli

Corsi Ethoikos primavera 2010

Vita nell'acqua

28 - 29 - 30 maggio

Docenti: Marco Di Domenico, Antonio Romano e Antonio Ruggiero

Programma

Il progetto riguarda lo studio dell'ecologia degli organismi delle acque interne italiane attraverso il campionamento, il riconoscimento dei gruppi principali, l'osservazione nel loro ambiente naturale, in acquario e allo stereomicroscopio. Lo studio sarà incentrato sugli invertebrati acquatici (Insetti, Crostacei, Molluschi ecc.) e sugli anfibi. Si tenterà anche di utilizzare lo studio dei macroinvertebrati acquatici per ottenere dati sulla qualità delle acque, attraverso le loro proprietà di bioindicatori. In questo senso si cercherà di individuare due siti di campionamento in tratti differenti dello stesso corso d'acqua, per valutare le eventuali differenze nel popolamento di macroinvertebrati e nel punteggio EBI (Extended Biotic Index). Per quanto riguarda gli Anfibi, oltre alla loro biologia riproduttiva ed ecologia, verrà trattato il *Global Amphibian Decline (G.A.D.)* e si parlerà della situazione in Italia, il paese europeo con la più alta biodiversità di Anfibi.

- **lezione 1.** Limnologia (2h, mattina): caratteristiche fisico-chimiche dei corpi d'acqua lentic e lotici.
- **lezione 2.** Escursione sul campo e campionamento di macroinvertebrati: osservazione dell'ambiente, rilevamento dei principali parametri ambientali (temperatura, soleggiamento, tipo di suolo e di substrato, velocità della corrente, larghezza e profondità del corpo d'acqua ecc.); raccolta di macroinvertebrati. tecniche di raccolta con la draga, pulitura del campione, imbustamento, preparazione dei cartellini; ricerca e osservazione di Anfibi (4h, pomeriggio).
- **lezione 3.** Zoologia dei principali gruppi di invertebrati delle acque dolci italiane, con particolare riferimento agli indicatori biologici (1h, mattina).
- **lezione 4.** Gli anfibi (2h, mattina): caratteri generali diagnostici (morfologici) per distinguere i differenti Ordini e Famiglie con particolare riferimento ai gruppi europei; basi di sistematica; cenni evolutivi: una storia lunga milioni e milioni di anni; ma come funzionano questi Anfibi? Cenni alla fisiologia e all'affascinante storia evolutiva della metamorfosi; Approccio metodologico al censimento degli Anfibi.
- **lezione 5.** Escursione sul campo e campionamento di anfibi (3h, pomeriggio): cosa guardare per distinguere tra le varie specie? L'uso delle chiavi dicotomiche per la distinzione di uova, larve e adulti (consegna a ogni partecipante delle chiavi dicotomiche); la distinzione dei canti degli Anuri: ascolto ed esercitazioni pratiche al riconoscimento; alla ricerca degli Anfibi in varie tipologie di habitat acquatico loro riconoscimento. Campionamento di macroinvertebrati.
- **lezione 6.** Come si individuano i potenziali siti riproduttivi di Anfibi attraverso la ricognizione cartografica? Cenni alla lettura della simbologia cartografica con particolare riferimento alle simbologie idriche e agli idronimi; Cosa e dove cercare? Valutazione della potenzialità di un sito acquatico a fungere da sito riproduttivo: a ogni specie la sua tipologia di habitat, regole ed eccezioni. L'importanza dell'immagine di ricerca (2h, mattina).
- **lezione 7.** Smistamento dei campioni di macroinvertebrati in laboratorio (2h, mattina): preparazione delle provette; conta degli individui; osservazione e riconoscimento dei macroinvertebrati; conservazione dei campioni; raccolta dei dati.
- **lezione 8.** Tentativo di applicazione dei dati per la valutazione della qualità delle acque (EBI); gli Anfibi come bioindicatori: un approccio possibile? (3h, pomeriggio).

Vita nell'acqua

Radicondoli (SI), 28-29-30 maggio 2010

di Marco Di Domenico, Antonio Romano e Antonio Ruggiero

Acqua: una risorsa necessaria!

L'acqua è uno dei prerequisiti essenziali alla vita. Sul nostro pianeta, essa è presente allo stato solido (es. ghiacciai), liquido (es. mare) e gassoso (es. vapore acqueo atmosferico), ricoprendo il 70% della superficie terrestre. Gli oceani rappresentano quasi il 97.6% dell'acqua della Terra mentre nelle calotte polari e nei ghiacciai ne troviamo circa il 2.0% del totale. Poco meno del restante 0.4% rappresenta tutta l'acqua dolce presente sulla Terra ed è essenziale alla vita dell'uomo. Ogni volta che abbiamo sete infatti, è proprio da qui che prendiamo il nostro bicchiere di acqua. Allo stesso modo, è su questa riserva di acqua che facciamo affidamento per l'irrigazione di tutte le nostre colture agricole e per dissetare gli animali dei nostri allevamenti.

Negli ultimi tempi è evidente una forte diminuzione della quantità di acqua dolce realmente disponibile per l'uomo. Ad esempio, l'acqua deputata a uso potabile o da impiegare per specifici allevamenti ittici richiede (per legge in molti paesi, tra i quali l'Italia) degli standard qualitativi particolarmente elevati che frequentemente sono disattesi. Un uso sconsiderato delle risorse idriche da parte dell'uomo ha infatti interferito con le dinamiche ecologiche che ne regolano il ciclo naturale sulla Terra e ne consentono il rinnovamento in tempi compatibili con una buona qualità della vita umana, e in ultima istanza con la sopravvivenza dell'uomo. A conferma della gravità di tutto ciò, si prevede che in futuro le maggiori tensioni e gli eventuali scontri tra i popoli della Terra avranno origine dai problemi di accessibilità, distribuzione e qualità della risorsa *acqua dolce*. Questi problemi saranno (lo sono già) avvertiti in particolare nelle regioni aride e semi-aride del pianeta, che rappresentano quasi il 40% della superficie emersa della Terra (5,2 miliardi di ettari) e ospitano circa due miliardi di persone.

Protezione e gestione dei sistemi acquatici

La corretta conoscenza scientifica di uno specifico sistema acquatico consente di adottare le strategie più opportune ed efficienti per proteggerlo, recuperarlo o modificarlo. A tal fine è molto importante poter accedere a tutte quelle informazioni che descrivono le caratteristiche del bacino idrografico, in particolare quelle relative alla morfologia, alla geologia e all'uso del suolo. Ma la descrizione completa della limnologia di un lago o di un fiume prevede la misura di alcune variabili (fisiche, chimiche e biologiche) che possiamo considerare fondamentali. Alcuni esempi sono: la radiazione solare incidente, la temperatura, la portata (per i sistemi lotici), il tempo di turnover, l'ossigeno disciolto, il pH, i nutrienti (azoto, fosforo), la sostanza organica, la composizione e la biomassa della comunità presente.

Un ulteriore passo è seguire un protocollo per il monitoraggio di queste (insieme ad altre) variabili. Un protocollo di monitoraggio, che sia specifico per il sistema acquatico oggetto del nostro studio, consente infatti (i) di apprezzare la variazione nel tempo di queste variabili e (ii) di quantificare alcuni processi ecologici che coinvolgono l'intero ecosistema: produzione, respirazione, decomposizione del detrito organico, ritenzione dei nutrienti. In un sistema acquatico integro, questi processi avvengono in equilibrio con la quantità e la qualità sia della materia che dell'energia che attraversano il sistema stesso. Al contrario, in un sistema acquatico degradato, una quantità ad esempio maggiore di materiale organico in entrata al sistema (scarico di reflui domestici) o l'arrivo di una specie aliena (in questo caso cambia la qualità) alterano questo equilibrio a discapito del buon funzionamento dell'ecosistema e della sopravvivenza della sua comunità originaria.

Il cambiamento nella struttura originaria della comunità di un lago o di un fiume degradati è alla base del concetto degli indicatori biologici. In effetti, una sensibile variazione della abbondanza di alcune delle specie presenti o la presenza di specie diverse da quelle attese possono essere segnali evidenti che l'equilibrio ecologico del lago o del fiume è cambiato. L'informazione che gli indicatori biologici forniscono integra quelle ottenute mediante il monitoraggio delle variabili fisiche e chimiche aumentandone il potere investigativo. Infatti, le specie di una comunità possono essere considerate delle sentinelle della qualità del corpo d'acqua sempre all'erta. Il campionamento di variabili fisiche e/o chimiche fornisce una informazione puntuale nel tempo, al contrario un indicatore biologico fornisce una informazione sulla qualità del corpo d'acqua che si riferisce ad una scala temporale, proporzionale al ciclo vitale degli organismi considerati, molto più lunga e sensibile eventi di disturbo accaduti anche molto tempo prima del campionamento.

Indicatori biologici della qualità dell'acqua: il macrobenthos

Diversi gruppi di alghe, piante e animali si sono rivelati utili come indicatori biologici. In particolare per fiumi e torrenti i macroinvertebrati sono da tempo considerati tra i migliori organismi in grado di fornire indicazioni sullo stato di qualità di questi ambienti. Con il termine *macrobenthos* si intendono tutti quegli organismi che abitano i substrati (sedimenti, roccia, piante, alghe filamentose) del fondo degli ambienti acquatici e che rimangono intrappolati da reti e setacci di maglia superiore ai 200µm (generalmente superiori al mm). Il largo uso dei macroinvertebrati nel biomonitoraggio degli ambienti acquatici è giustificato da alcune caratteristiche di questi organismi. Essi sono presenti in praticamente tutti gli ambienti acquatici, l'elevato numero di specie li rende sensibili a molte tipologie di inquinamento e stress, i loro movimenti sono sufficientemente limitati da poter dare informazioni sulla qualità di zone abbastanza circoscritte, il ciclo vitale può variare da pochi giorni a qualche anno, consentendo così una indagine a più scale temporali in grado di identificare disturbi regolari, intermittenti, occasionali, deboli ma prolungati nel tempo, ed anche gli effetti antagonisti o sinergici di più disturbi.

Nelle acque dolci italiane ed europee sono presenti 15 diversi *phyla* di animali (tabella 1), a cui vanno aggiunti numerosissimi gruppi di batteri, alghe unicellulari, piante funghi e protozoi. Insomma, una enorme quantità di organismi viventi, per numero di specie e di individui, abita tutti i corpi d'acqua dolce, sia lentici che lotici. Per quanto riguarda gli insetti, il gruppo dominante sulla terra, quasi tutti gli ordini hanno rappresentanti acquatici, o con stadi larvali acquatici, o comunque legati all'acqua in qualche modo (tabella 2); alcuni (effimere, libellule e damigelle, perle e frigate) sono esclusivamente acquatici, almeno allo stadio larvale. Stadi larvali di insetti, crostacei, anellidi e molluschi sono spesso i gruppi dominanti tra i macroinvertebrati d'acqua dolce.

Un fattore determinante alla vita della stragrande maggioranza delle forme animali acquatiche è l'ossigeno, e i diversi gruppi hanno escogitato sistemi più o meno efficienti per assorbire l'ossigeno disciolto nell'acqua. Alcuni gruppi hanno invece sviluppato veri e propri sifoni respiratori, con cui continuano a respirare ossigeno atmosferico anche quando sono immersi. È il caso delle larve dei Culicidi e dei Ditiscidi, dei Nepidi tra gli Eterotteri e di altri. I Ditteri Chironomidi possiedono un pigmento simile all'emoglobina, che conferisce loro una elevata affinità con l'ossigeno; in questo modo riescono a sopravvivere anche dove il tasso di ossigeno disciolto è molto basso. La modalità respiratoria più diffusa è comunque quella branchiale: vari tipi di branchie, esterne o interne, sono presenti negli stadi larvali di molti gruppi, mentre gli adulti respirano aria atmosferica. Il funzionamento di queste branchie, che spesso prendono il nome di *lamelle branchiali*, è del tutto analogo a quello dei pesci, anche se l'ossigeno e l'anidride carbonica non sono scambiati con il sangue, ma vengono a contatto direttamente con i tessuti attraverso una rete di tubicini detti trachee e tracheole. Da un punto di vista ecologico, esistono nelle acque dolci animali detritivori, fitofagi, predatori, parassiti, esattamente come avviene in tutti gli altri ambienti terrestri e marini. Esistono poi specie appartenenti al plancton, al necton e al benthos, allo stesso modo dell'ambiente marino.

In particolare tra il benthos, il *macrobenthos*, è utilizzato per determinare la qualità dell'acqua attraverso una tabella a due entrate che tiene conto: a) della presenza di determinati gruppi, gli *indicatori*, scelti in base alla loro efficienza respiratoria (ingresso orizzontale alla tabella); b) della quantità totale di taxa rinvenuti nel campione (ingresso verticale alla tabella). La riga e la colonna così individuate si incontrano in una casella che porta un punteggio, da 0 a 15. più alto è il punteggio, migliore sarà la qualità dell'acqua. I taxa utilizzati in questo metodo sono riportati in tabella 3.

Un pò di sistematica...

La sistematica è una disciplina spesso complessa e in continuo rinnovamento, grazie soprattutto alle tecniche di biologia molecolare che sono in grado di valutare le distanze genetiche tra i *taxa* e quindi le loro vere parentele, al di là delle somiglianze

morfologiche, spesso frutto di convergenze e evolutive. Segue uno schema delle principali categorie tassonomiche che potrà essere utile a orientarsi meglio nell'insidioso mondo della tassonomia, ossia della scienza che dà un nome agli organismi viventi.

categoria sistemática	esempio 1	esempio 2	esempio 3	esempio 4
Regno	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>	<i>Animalia</i>
Phylum (o tipo)	<i>Chordata</i>	<i>Artropoda</i>	<i>Artropoda</i>	<i>Artropoda</i>
subphylum (o sottotipo)	<i>Vertebrata</i>	<i>Esapoda</i>	<i>Esapoda</i>	<i>Esapoda</i>
Classe	<i>Pisces</i>	<i>Insecta</i>	<i>Insecta</i>	<i>Insecta</i>
Ordine	<i>Gasterosteiformes</i>	<i>Coleoptera</i>	<i>Odonata</i>	<i>Odonata</i>
famiglia	<i>Gasterosteidae</i>	<i>Dytiscidae</i>	<i>Aeshnidae</i>	<i>Aeshnidae</i>
Genere	<i>Gasterosteus</i>	<i>Dytiscus</i>	<i>Anax</i>	<i>Anax</i>
Specie	<i>G. aculeatus</i>	<i>D. marginalis</i>	<i>A. imperator</i>	<i>A. parthenope</i>

Esiste poi una serie di categorie sistematiche intermedie, come la sottoclasse, il superordine, la superfamiglia, il sottogenere e così via, rese necessarie dai progressi nella sistematica, che, perfezionandole, complica sempre più le cose. Un'ultima avvertenza: difficilmente si troveranno due testi di zoologia concordi nella sistematica. L'importante è seguirne una coerentemente, ricordando sempre che la realtà biologica è l'unica realtà veramente importante, mentre il nome e il posto che l'uomo dà ai viventi sono necessariamente artificiosi, pur se indispensabili. Nell'esempio riportato sopra, le parentele tra uno spinarello, un ditisco e una libellula si evincono dal numero delle categorie sistematiche in comune. Tutti e quattro appartengono al regno animale, ma lo spinarello diverge dagli altri tre già a livello di *phylum*. Le libellule e il ditisco condividono invece le categorie che vanno dal regno alla classe; le due libellule divergono sol a livello di specie.

Tabella 1. *phyla* animali presenti nelle acque dolci europee (esclusi i *Protozoa*)

<i>Phylum</i>	
<i>Porifera</i>	spugne
<i>Coelenterata</i>	idre
<i>Platyhelminthes</i>	vermi piatti
<i>Nemertea</i>	nemertini
<i>Nematoda</i>	nematodi
<i>Acanthocephala</i>	acantocefali
<i>Rotifera</i>	rotiferi
<i>Gastrotricha</i>	gastrotrichi
<i>Entoprocta</i>	entoprotti
<i>Annelida</i>	lombrichi, sanguisughe
<i>Bryozoa</i>	briozoi
<i>Mollusca</i>	gasteropodi, bivalvi
<i>Tardigrada</i>	tardigradi
<i>Artropoda</i>	aracnidi, crostacei, insetti
<i>Chordata</i>	lamprede, pesci, anfibi, rettili, uccelli, mammiferi

Tabella 2. ordini di insetti con specie acquatiche

Ordine	
<i>Ephemeroptera</i>	effimere
<i>Odonata</i>	libellule, damigelle
<i>Plecoptera</i>	perle
<i>Heteroptera</i>	cimici
<i>Megaloptera</i>	Megalotteri (Sialidi)
<i>Neuroptera</i>	Neurotteri (Sisiridi)
<i>Trichoptera</i>	frigane
<i>Lepidoptera</i>	falene
<i>Diptera</i>	mosche, zanzare
<i>Coleoptera</i>	coleotteri
<i>Hymenoptera</i>	vespe

Tabella 3. taxa utilizzati come indicatori di qualità delle acque (EBI)

<i>Taxon</i>	
<i>Annelida</i>	Oligocheti
<i>Crustacea</i>	Asellidi, Gammaridi
<i>Ephemeroptera</i>	effimere
<i>Plecoptera</i>	perle
<i>Trichoptera</i>	frigane
<i>Diptera</i>	Chironomidi

Alla conquista della terraferma: gli Anfibi

La classe degli anfibi (Amphibia, Linnaeus 1758) appartiene al phylum Chordata ed include animali vertebrati familiari quali le rane, i tritoni e le salamandre, ma anche alcuni meno noti come Gymnophiona o Apoda: piccolo gruppo di anfibi sotterranei privi di zampe. L'origine dei primi vertebrati terrestri risale al Devoniano superiore (circa 360 milioni di anni fa), quando forme ritenute derivate da pesci Ripidisti, che provvisti di coane (cavità nasali di comunicazione tra le narici e la bocca) e di arti idonei agli spostamenti terrestri, erano in grado di sopravvivere a periodi di siccità o di percorrere brevi distanze fuori dall'acqua. I primi anfibi, o protoanfibi, erano strettamente legati ai bacini di acqua dolce e potevano raggiungere dimensioni considerevoli come il noto *Ichthyostega stensioi*, delle arenarie rosse della Groenlandia: lungo circa un metro, con arti pentadattili e cinto scapolare molto sviluppato. Gli anfibi conobbero il massimo sviluppo dalla metà del Carbonifero (circa 310 milioni di anni fa) alla fine del Permiano (250 milioni di anni fa). Al contrario, durante il Triassico (da 230 a 180 milioni di anni fa) subirono una forte contrazione e una conseguente rarefazione, le forme sopravvissute si modificarono quindi fino a dare origine agli anfibi attuali.

Come “funzionano” questi Anfibi?

Come suggerisce il nome, che in greco significa “doppia vita”, un ciclo vitale completo degli anfibi prevede una fase acquatica e una fase terrestre, la fase acquatica può in alcuni casi essere molto limitata ma è sempre necessaria e quindi presente. Il passaggio ad una parziale vita terrestre ha comportato comunque dei significativi cambiamenti nella fisiologia di questi vertebrati. La locomozione sulla terra ferma ha richiesto arti in grado di sopportare un peso senza l'aiuto della forza di Archimede e dotati di articolazioni idonee alla nuova meccanica del movimento sulla terra ferma. I polmoni, seppur presenti, non garantiscono uno scambio di gas molto efficiente; gli anfibi quindi respirano quasi solo con la pelle che a sua volta deve essere continuamente inumidita grazie a specifiche ghiandole e/o con continue immersioni in acqua. Un caso particolare è quello della famiglia delle salamandre, i polmoni sono assenti e gli animali respirano unicamente attraverso la pelle. La cute degli anfibi quindi ha perso la protezione delle squame dei pesci, risulta altamente vascolarizzata e si è arricchita di varie tipologie di ghiandole come quelle mucipare e quelle velenifere, queste ultime spesso associate ad una colorazione particolarmente vivace della cute. La presenza dei polmoni ha determinato delle modifiche per l'apparato circolatorio: il cuore (che ha 2 atri e un solo ventricolo, con il sangue che si mescola parzialmente) pompa il sangue arterioso ossigenato nell'aorta direttamente all'encefalo, un secondo battito spinge sangue misto nell'aorta che va agli organi, al terzo battito il sangue che deve essere ossigenato va verso la pelle. Per quanto riguarda l'escrezione azotata, negli anfibi si assiste al passaggio da un'escrezione ammoniotelica (ancora presente nelle larve) a quella ureotelica negli adulti. Sostenuta dall'apparato ioideo delle branchie, compare una lingua particolarmente muscolosa atta alla cattura delle prede. Negli anfibi troviamo anche importanti modificazioni dei principali organi di senso. Vista: compaiono delle

palpebre e delle ghiandole lacrimali per la protezione, la lubrificazione e la pulizia degli occhi. Udito: viene sviluppato l'orecchio medio, che con la riorganizzazione di strutture già presenti nei pesci (es. spiracolo e ossicino io mandibolare) garantisce l'amplificazione dei suoni trasmessi dall'aria (ad esempio, i canti delle varie specie di Anuri sono talmente articolati che possono essere utilizzati per il riconoscimento tassonomico). Olfatto: le narici comunicano con la cavità boccale e compaiono gli organi di Jacobson nelle vie nasali.

Una vita fuori dall'acqua... mica tanto!

A dispetto di tutte le “novità fisiologiche” sopra indicate, la sopravvivenza degli anfibi rimane comunque legata alla presenza dell'acqua. In particolare la riproduzione è legata all'ambiente acquatico nella maggior parte delle specie: le uova sono ancora senza guscio impermeabile e senza annessi embrionali oltre il sacco vitellino, e devono quindi essere deposte in acqua; la fecondazione è esterna con il maschio che, salendo sul dorso della femmina, ne feconda le uova man mano che questa le depone in acqua. Dalle uova fertilizzate si sviluppano i girini: larve acquatiche dotate di una coda per la locomozione, di branchie (esterne). Solitamente la metamorfosi da larve ad adulti è graduale. Essa comporta modificazioni molto evidenti quali: la comparsa di zampe, la comparsa di polmoni e la contemporanea scomparsa delle branchie, e negli Anuri la scomparsa della coda. Solo in alcuni urodeli, durante l'evoluzione, si è persa la metamorfosi da larve ad adulti. Questo fenomeno, chiamato neotenia, comporta la maturazione sessuale in forme larvali. Alcuni esempi sono quelli dell'axolotl che è una specie di salamandra e del proteo (*Proteus anguinus*). Se sperimentalmente a questi animali viene iniettata l'ormone della crescita tiroxina, (presente in tutti i vertebrati), essi sono in grado di completare lo sviluppo con la perdita delle caratteristiche larvali e l'adozione di una vita terrestre. Alcune salamandre possono essere facoltativamente neoteniche in base alle condizioni ambientali.

Emergenza Anfibi: il Global Amphibian Decline - GAD

L'Europa ospita 85 specie di anfibi, molte delle quali sono endemiche. Alcune di queste sono rare e come l'ululone dal ventre giallo appenninico rischiano l'estinzione come conseguenza degli effetti combinati della distruzione del loro habitat da parte dell'uomo, del riscaldamento globale, dell'inquinamento e della presenza di specie invasive. In realtà il fenomeno è mondiale dal momento che si parla di un declino degli anfibi a livello globale (Global Amphibian Decline – GAD). Secondo una recente ricerca realizzata dall'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) su richiesta della Commissione Ue (i dati sono stati comunicati in occasione della giornata mondiale della biodiversità, il 22 maggio 2009), le specie europee di anfibi in cima alla 'lista rossa' sono il 23 %, quote considerevolmente superiori a quelle dei mammiferi (15%) o degli uccelli (13%). Più in generale, i dati dell'IUCN rivelano un quadro allarmante per circa il 59% di tutti gli anfibi europei. Le cause di questo declino a livello globale sono ad esempio la bonifica delle zone acquatiche, la deforestazione,

l'inquinamento, la diffusione di malattie batteriche, la presenza di specie aliene. Recenti studi hanno messo in evidenza una relazione fra la diminuzione dell'ozono nella stratosfera e la diminuzione di alcune specie di anfibi. Gli anfibi, in virtù della loro autoecologia, possono essere considerati dei buoni indici di qualità ambientale. Essi infatti, con la loro presenza integrano una serie di informazioni circa la conservazione di delicati equilibri ecologici che portano alla presenza di acqua di buona qualità, ad una buona connessione tra gli habitat acquatici presenti sul territorio, a comunità diversificate di invertebrati, solo per fare alcuni esempi.

Bibliografia

- Campaioli S., P.F. Ghetti, A. Minelli & S. Ruffo 1994 – Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane Volume I. Provincia autonoma di Trento, Trento, pp. 1-357.
- Campaioli S., P.F. Ghetti, A. Minelli & S. Ruffo 1999 – Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane Volume II. Provincia autonoma di Trento, Trento, pp. 358-484.
- Rosenberg D.M. & V.H. Resh 1993 – Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman & Hall, London, 488 pp.
- Strebler H. & D. Krauter 1992 – Atlante dei microrganismi acquatici. La vita in una goccia d'acqua. Franco Muzzio Editore, Padova, 334 pp.
- Hauer F.R. & G.A. Lamberti Eds. 1996 – Methods in stream ecology. Academic press, San Diego CA, 674 pp.
- Wetzel R.G. 1983 – Limnology 2nd Ed., Saunders College Publishing, Philadelphia, 858 pp.
- Wetzel R.G. & G.E. Likens 1991 – Limnological analyses. Springer-Verlag, New York, 391 pp.