





Cartoline insolite dal Lago Maggiore

Saluti dai ricercatori
del CNR IRSA di Verbania

(già Istituto Italiano di Idrobiologia)



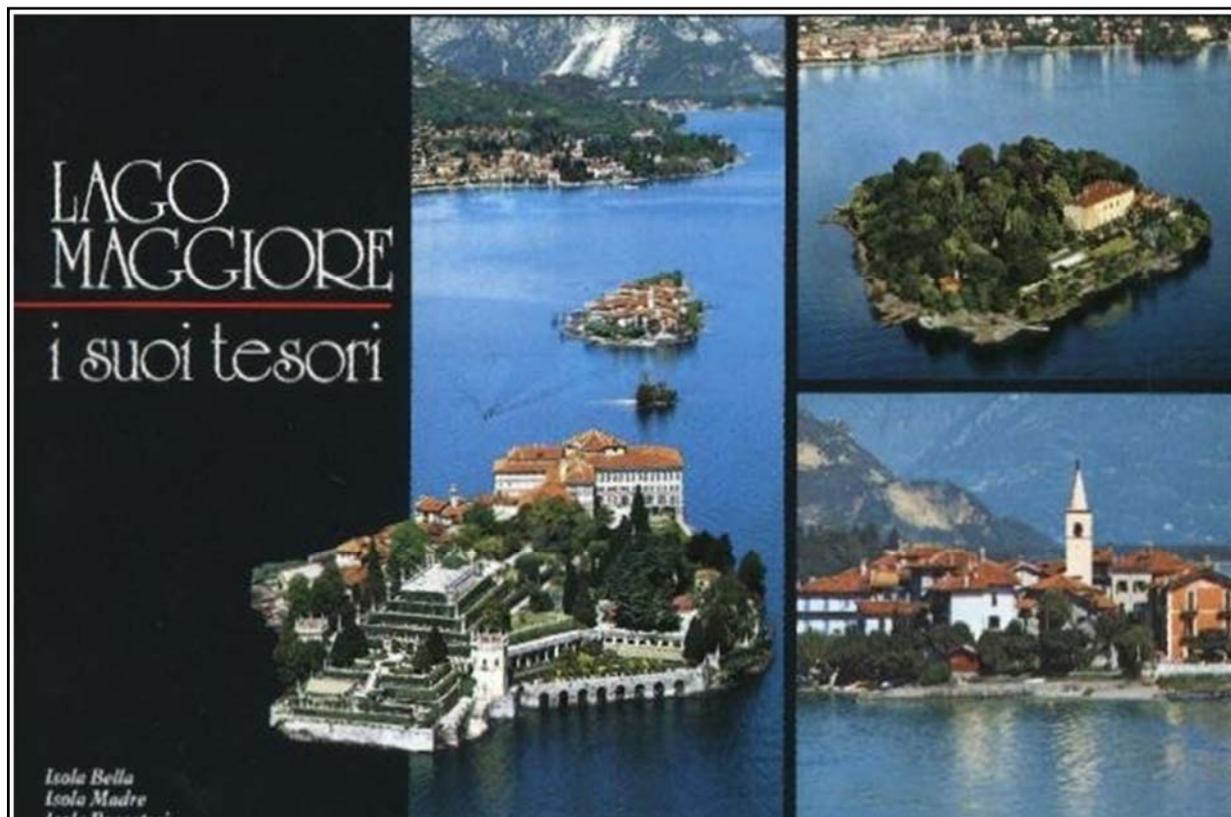
A

tutti i visitatori del CNR IRSA

nella Notte dei Ricercatori
del 29 settembre 2023

Verbania

Riproduzione vietata



Questo è il nostro solito Lago Maggiore, come siamo abituati a vederlo da quando siamo nati. E' ricco di panorami bellissimi che allargano il cuore.

Sulle sue sponde vivono piante e fiori rari che ci parlano di terre lontane ed esotiche. Vi troviamo anche tracce del passato che ci parlano della storia del lago e della gente che ha vissuto in questi posti.

Ma il Lago Maggiore non è sempre stato così...



Riproduzione vietata



Questo è il Lago Maggiore che vedremo se ricevessimo una cartolina di 6.000.000 di anni fa. Una specie di gola molto ripida e profonda con un impetuoso fiume che scorre sul fondo. Perché un canyon al posto del lago?

Il bacino del Mediterraneo 6.000.000 di anni fa ↓



Il bacino del Mediterraneo oggi ↑



Circa 6-7 milioni di anni fa si interruppe la connessione tra Mar Mediterraneo ed Oceano Atlantico. Il Mediterraneo nel corso dei millenni evaporò prosciugandosi quasi completamente. Allora i fiumi che scendevano impetuosi dalle Alpi ancora in formazione scavarono gole molto profonde per arrivare al mare, che si trovava ad una quota di migliaia di metri inferiore a quella attuale. Quelle gole sono l'inizio delle cavità scavate nella crosta terrestre che, dopo ulteriori modificazioni geologiche, accoglieranno le acque dei grandi laghi sudalpini.

Riproduzione vietata

Saluti dal Lago Maggiore, 700.000 -10.000 aC



Questo è il Lago Maggiore che vedremmo se ricevessimo una cartolina spedita all'epoca delle grandi glaciazioni, avvenute tra 700.000 e 10.000 anni fa, quando il lago era quasi completamente coperto dai ghiacci.

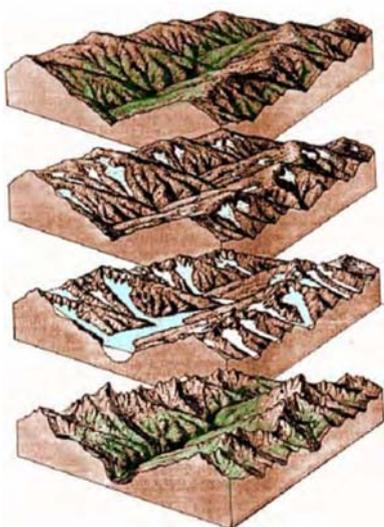


Tra 700.000 e 10.000 anni fa il clima terrestre subì diversi cambiamenti, attraversando fasi di grande raffreddamento (le glaciazioni) intercalate da periodi di clima più caldo (periodi interglaciali). Durante le glaciazioni l'acqua degli oceani, divenuta pioggia, si accumulava sulle terre emerse sotto forma di ghiaccio. Il livello dei mari si abbassava di varie decine di metri lasciando a secco grandi estensioni di suolo. Allo sciogliersi dei ghiacci enormi quantità d'acqua tornavano in forma liquida, innalzando il livello dei mari fino ad invadere le terre che oggi sono emerse. Il movimento dei ghiacci agì come una ruspa, modellando il suolo che attraversavano.

Saluti dal Lago Maggiore, panorama invernale



Panorama invernale del Lago Maggiore dalle montagne sopra Locarno. La veduta del lago da Nord a Sud, incastonato tra le montagne, rivela la sua antica origine fluviale.



La forma attuale del Lago Maggiore è il risultato della trasformazione dell'antica valle fluviale operata dalla successione di avanzamento e ritiro dei ghiacciai. Poco a poco le antiche valli fluviali con un profilo a V si sono trasformate in valli con profilo ad U per l'azione di rimodellamento realizzata dall'attività glaciale. La cavità che attualmente è occupata dal Lago Maggiore deriva da una di queste valli, chiusa all'estremità inferiore dalla morena lasciata dal ghiacciaio.



Origine dell'acqua del Lago Maggiore

Il Lago Maggiore ha una profondità massima di 370 metri, una superficie di 212 km² e contiene 37 km³ di acqua. L'acqua che arriva al lago è quella che cade, come pioggia o neve, su un territorio di 6.600 km² di superficie. Questo enorme imbuto si chiama "bacino imbrifero" e, grazie alle sue grandi dimensioni, assicura un rifornimento d'acqua tale da rinnovare completamente l'acqua del Lago Maggiore in circa 14 -15 anni. Il fatto che l'acqua del lago si rinnovi così rapidamente aiuta ad avere un lago pieno d'acqua buona e pura; ma attenzione, perché non tutti gli strati d'acqua si rinnovano con la stessa rapidità.

Saluti dal Lago di Mergozzo



anno 0 dC

Il lago all'inizio 



anno 2000 dC

Il lago oggi 

Panorama del Lago Maggiore da Ompio, prima della separazione del suo bacino più occidentale e al completamento della separazione che ha originato il Lago di Mergozzo











Un nuovo lago si può anche formare per separazione di un bacino da un lago più grande per il progressivo ampliarsi, dovuto alla deposizione di materiale solido, del delta di un immissario a spese del volume del lago. E' il caso del Lago di Mergozzo, separatosi in epoca storica dal Lago Maggiore per il progressivo incremento del delta del fiume Toce.

Riproduzione vietata



Panorama del Lago Maggiore dal Mottarone

Dall'alto il Lago Maggiore sfoggia tutta la sua vastità offrendoci panorami meravigliosi.

Ma bisogna andare oltre il panorama ed analizzare il lago più in dettaglio per apprezzare appieno la bellezza e la complessità di questo ecosistema.



Le misure del Lago Maggiore:

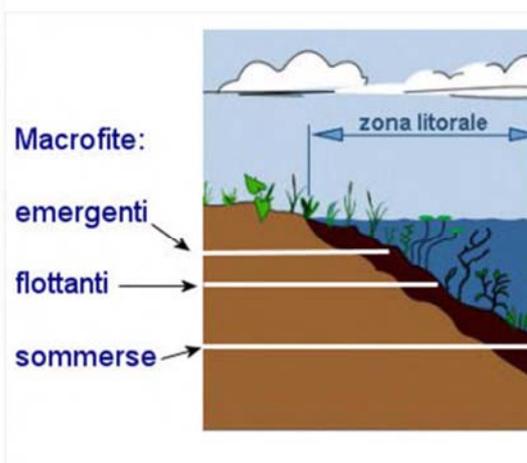
area bacino imbrifero: 6599 km²
 area del lago: 212 km²
 volume lago: 37,1 km³
 livello medio: 194 m
 profondità massima: 370 m
 profondità media: 177 m
 perimetro: 170 km
 portata media emissario: 292 m³ s⁻¹
 tempo reale rinnovo: 14,5 anni

Riproduzione vietata



Il Lago Maggiore al caneto di Fondotoce

Se guardiamo il Lago Maggiore dalle sue sponde in un punto dove la zona litorale non è stata troppo alterata dalle costruzioni fatte dall'uomo, scopriamo che il lago può ospitare una densa vegetazione. Il litorale, territorio di confine tra acqua e terra, è popolato dalle macrofite, cioè da vegetali superiori adattati a vivere con l'apparato radicale sommerso, come le cannuce, e con le foglie ed i fiori galleggianti alla superficie, come le ninfee. Le macrofite sommerse non sono alghe anche se vivono in acqua. Hanno, infatti, fiori, foglie, fusto e radici come le piante superiori terrestri.





1 *Nepa cinerea*:
scorpione d'acqua, carnivoro
non pericoloso per l'uomo



2 *Hydrometra*:
Insetto che cammina sulla
superficie dell'acqua



3 *Argyroneta aquatica*:
ragno d'acqua, trasporta una
bolla d'aria per respirare



4 larve di zanzara:
il primo stadio di vita della
zanzara è acquatico



5 *Dytiscus*: coleottero con occhi
adattati per la visione in acqua e
in aria (6 larva, 7 femmina)



8 girino di *Rana esculenta* (9)



Gli animali dei territori di confine

Come mostra questa cartolina della prima metà del secolo scorso, il confine tra mondo terrestre e mondo acquatico da decenni attrae l'uomo curioso perché, pur essendo esplorabile con facilità, è abitato da organismi peculiari, adattati alla vita nei territori di confine tra acqua e terra. Qui, oltre a rettili ed anfibi, si trovano molte specie di invertebrati, che sono studiate perché la loro sensibilità ai cambiamenti del mondo acquatico li rende utilizzabili come indicatori della "qualità" delle acque.

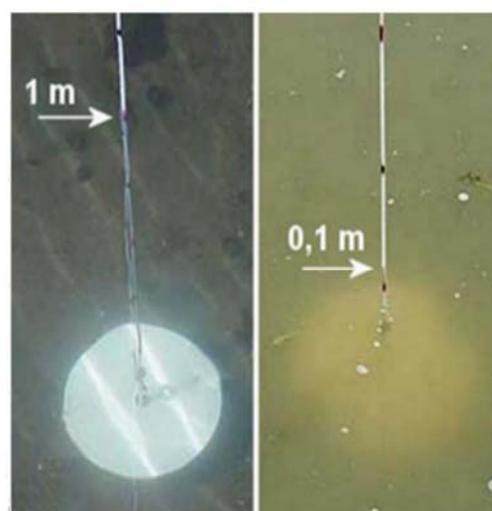


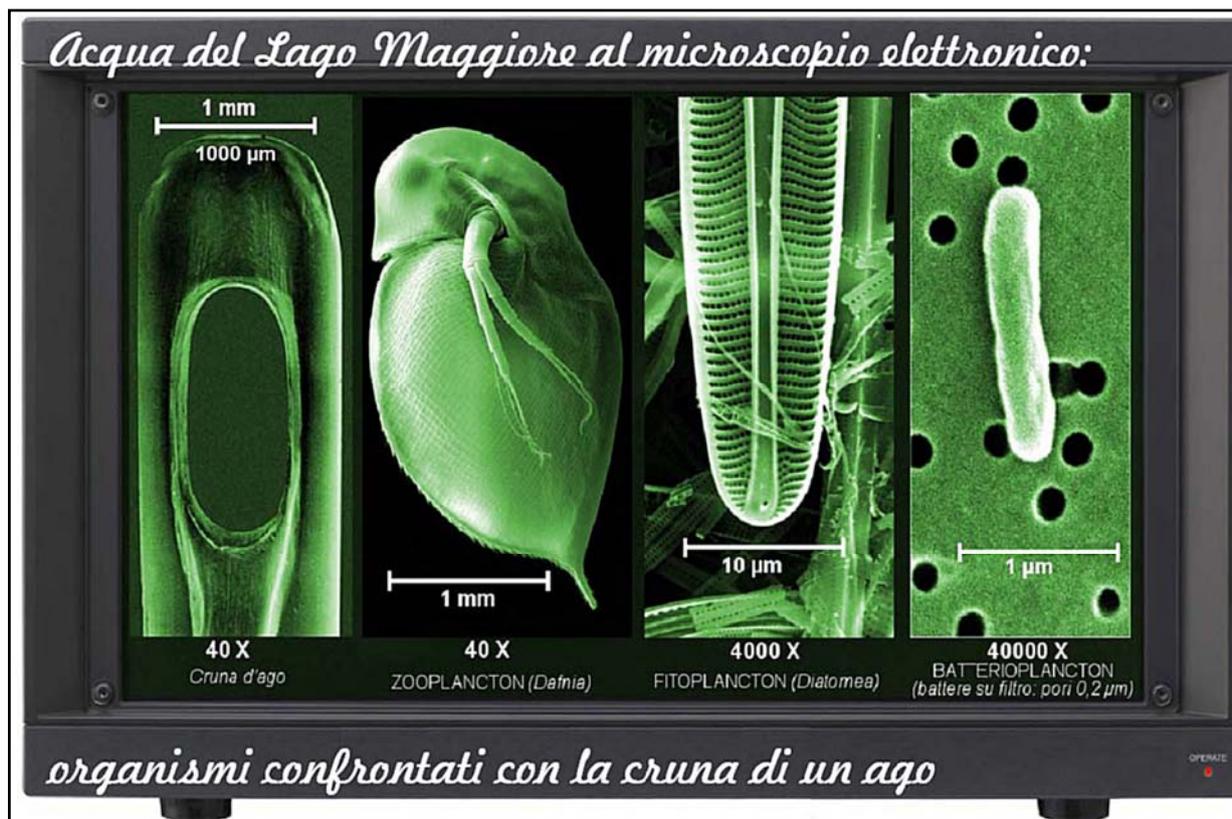
Il Lago Maggiore al canneto di Fondotoce

Se ci sdraiassimo sul fondo del litorale del Lago Maggiore, guardando verso l'alto vedremmo la parte sommersa delle macrofite. Ma guardando l'acqua con più attenzione scopriremmo che essa è popolata da particelle. Che cosa sono?

Le particelle sospese e le sostanze disciolte nell'acqua fanno sì che l'acqua del lago risulti più o meno torbida a seconda della loro abbondanza.

Il disco di Secchi serve per valutare la trasparenza del lago. Quanto più il lago è torbido tanto minore è la profondità alla quale il disco di Secchi risulta ancora visibile.





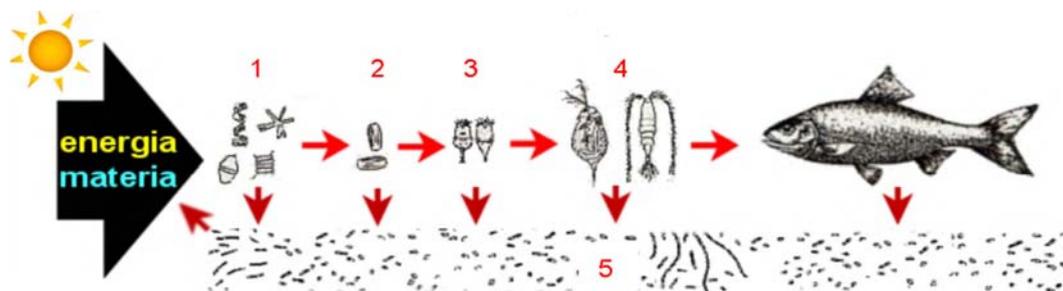
Nell'acqua del Lago Maggiore

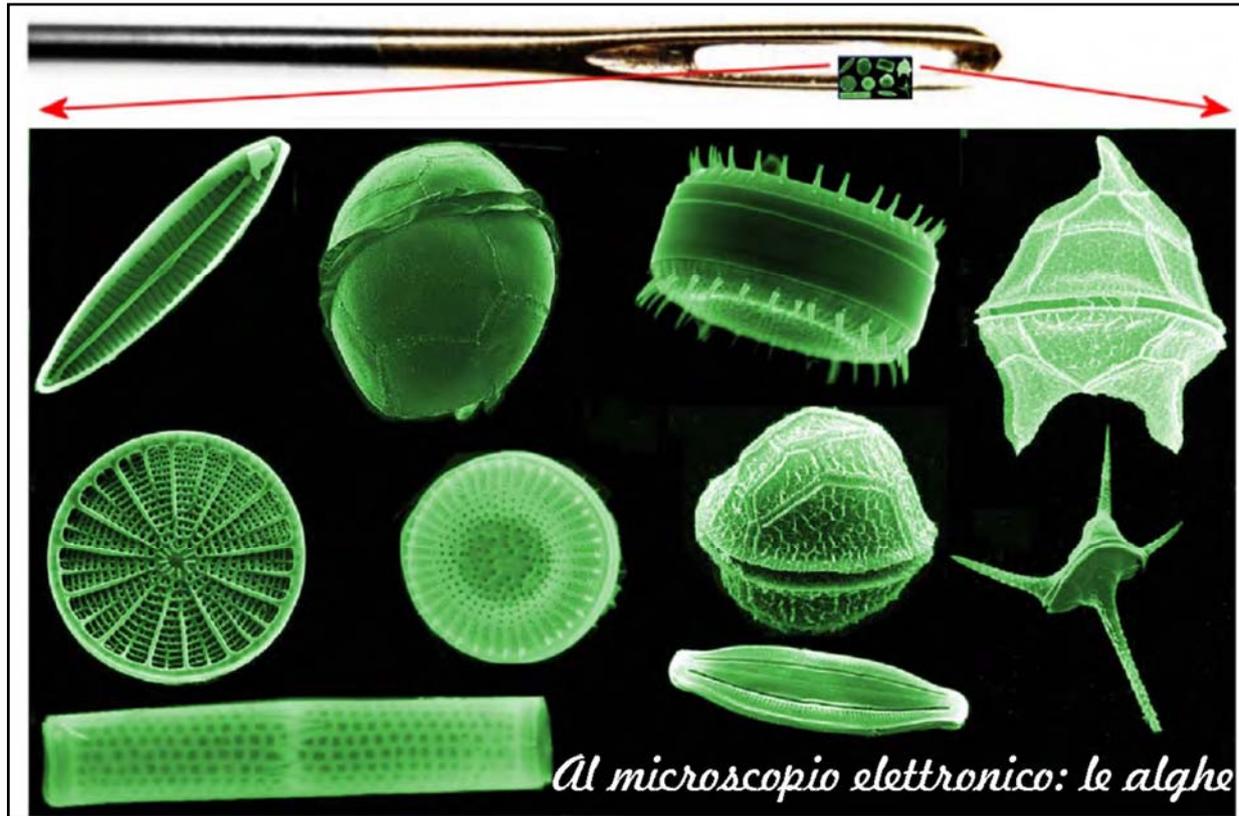
Le particelle che si intravedono nell'acqua esaminate al microscopio risultano essere organismi come alghe (1), protozoi (2), rotiferi (3), piccoli crostacei (4), batteri e virus (5), oppure microscopiche particelle di detrito, come frammenti di organismi morti o particelle minerali.

Chi sono e cosa ci stanno a fare nel lago?

Questi organismi piccolissimi e invisibili sono una parte essenziale della catena alimentare, ossia della sequenza di produttori e di consumatori di cibo che, alla fine, mantiene in vita gli organismi grandi e utilizzati come alimento anche dall'uomo: i pesci.

I produttori, cioè le alghe, crescono utilizzando l'energia del sole e la materia costituita dalle sostanze sciolte nell'acqua. Le alghe vengono mangiate da microscopici erbivori che, a loro volta, sono cibo per organismi più grandi come i pesci. Infine i batteri fanno a pezzi le molecole degli organismi morti e rimettono in ciclo la materia elementare necessaria per costruire nuovi organismi.





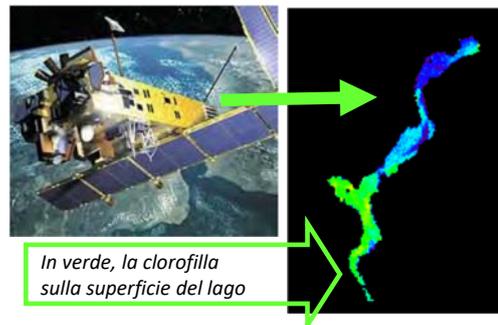
Fitoplancton, il 'prato' dei laghi

Il fitoplancton è alla base delle reti alimentari lacustri ed è composto da microscopici organismi vegetali, costituiti da una sola cellula o da più cellule unite insieme a formare delle colonie. Nei laghi, le alghe microscopiche sono le principali responsabili, attraverso la fotosintesi, della trasformazione in materia organica dell'energia proveniente dal sole. Lo studio delle proprietà ecologiche del fitoplancton permette di trarre numerose informazioni sulla qualità dei laghi.

Infatti, la comparsa, la scomparsa o l'eccessiva crescita di alcune specie, possono essere indicative di alterazioni dell'ecosistema.

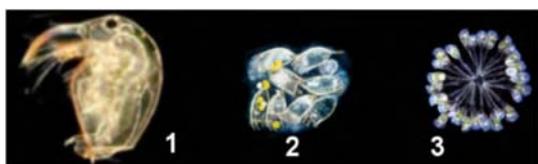


Di recente il rilevamento satellitare ha affiancato le indagini limnologiche nell'analisi della qualità dei laghi. Le caratteristiche di assorbimento della luce dei pigmenti fotosintetici permettono di usare il Fitoplancton per realizzare mappe di abbondanza nei primi metri d'acqua. In Istituto studiamo da pochi anni anche queste applicazioni, in collaborazione con altri Istituti del CNR.

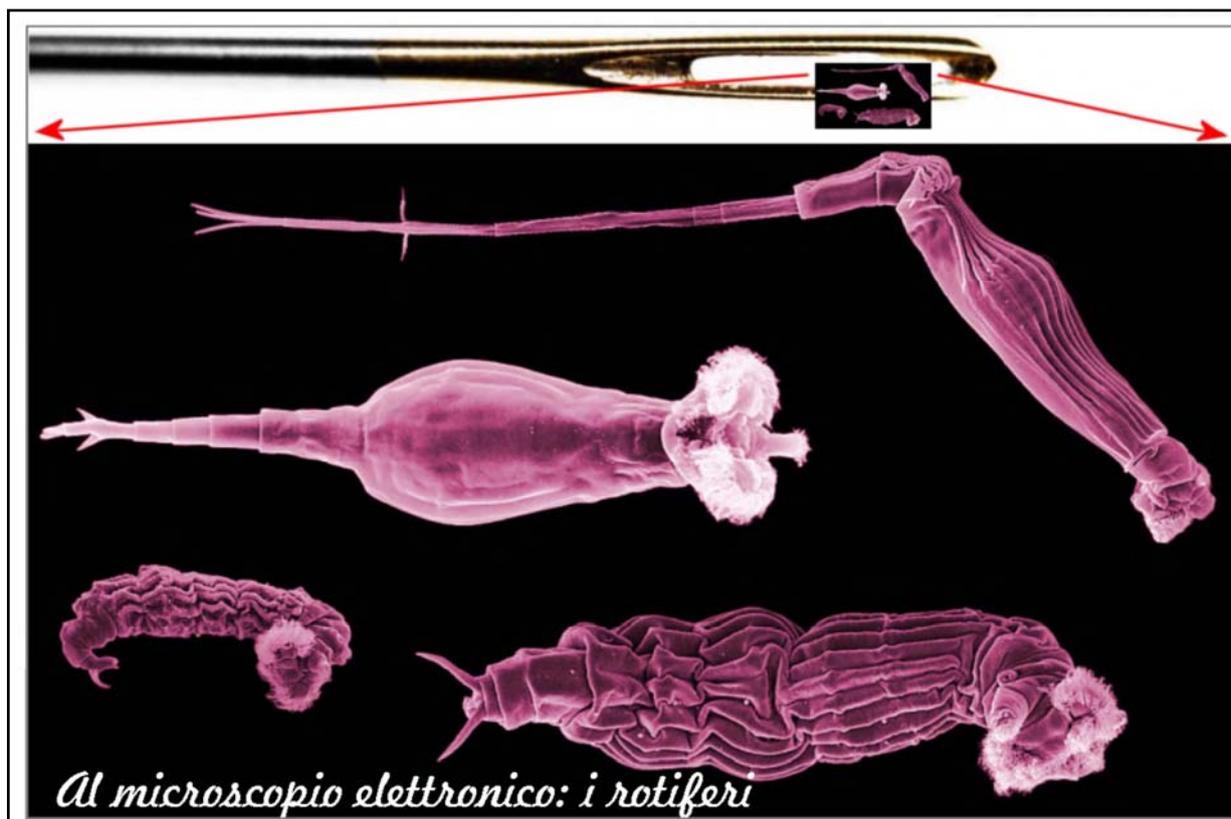




Nei laghi c'è una grande varietà di piccoli organismi che, pur potendosi muovere attivamente, non riescono a contrastare i movimenti della massa d'acqua dove vivono e con la quale essi "vagabondano" per il lago: sono il plancton (che in greco significa appunto "vagabondo"). La sua componente animale, lo zooplancton, è costituita da crostacei (1), rotiferi (2), protozoi (3) e si nutre di alghe, batteri, detrito e, addirittura, di altro zooplancton. Esso è il cibo prediletto dai pesci che, almeno negli stadi giovanili, se ne nutrono. Studiarlo è importante perché attraverso lo zooplancton la materia, l'energia, ed anche gli inquinanti, vengono trasportati attraverso la rete trofica lacustre. Per questo ruolo intermedio essi sono anche sensibili indicatori dei cambiamenti ambientali.



Lo studio delle comunità zooplanctoniche serve per capire il ruolo delle diverse specie nella catena alimentare. Si studiano quelle attuali ed anche quelle del passato, analizzandone i resti presenti negli strati profondi del sedimento, valutando come esse erano in passato e come si sono modificate nel tempo, al variare delle condizioni ambientali. Le carote di sedimento sono anche la riserva di "uova/stadi duraturi" prodotti da organismi zooplanctonici in condizioni ambientali sfavorevoli. Alla pari dei semi delle piante, essi possono essere fatti schiudere, permettendoci di studiare in condizioni controllate le caratteristiche vitali e riproduttive che hanno favorito lo sviluppo di specie e gruppi differenti al variare delle condizioni ambientali.

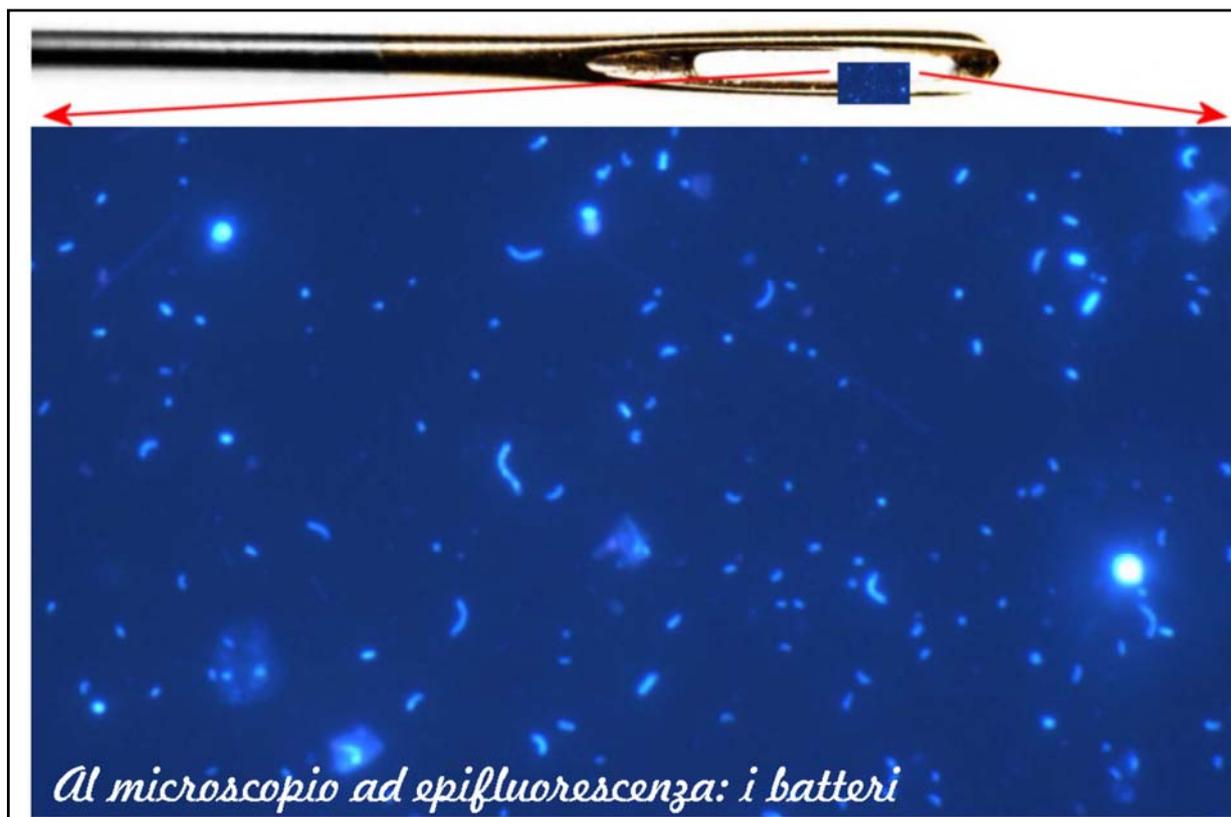


Uno 'scandalo evolutivo' sulle rive del lago

Dello zooplancton fanno parte anche i rotiferi bdelloidei, microscopici animali abbondanti tra la vegetazione, le alghe e i sedimenti sulle rive. Sono famigerati per una loro caratteristica: sono tutte femmine. Questo gruppo di animali originato milioni di anni fa, che è stato in grado di diversificare in circa 500 specie, è spesso considerato uno 'scandalo' in quanto va apparentemente contro le teorie che cercano di spiegare perché tutti (o quasi, rotiferi bdelloidei esclusi!) gli animali e le piante sono a sessi separati (con organi maschili e femminili) per consentire il rinnovo del materiale genetico, l'acido nucleico o DNA, che controlla la trasmissione dei caratteri ereditari dai genitori ai figli. In Istituto ne studiamo le loro caratteristiche ecologiche e genetiche per cercare di rispondere alle domande poste dall'esistenza stessa di questo gruppo.



Molti microscopici animalletti che vivono in acqua non muoiono quando l'acqua evapora e vanno a secco: essi aspettano, anche per anni, che l'acqua ritorni. La comprensione dei meccanismi molecolari per resistere a lungo senz'acqua e per riparare le rotture delle molecole degli acidi nucleici (DNA) quando l'acqua ritorna apre la strada ad applicazioni da fantascienza, come l'utilizzo di sangue liofilizzato, la conservazione a bassissima temperatura e la lotta al cancro. In Istituto ci occupiamo di capire come questi animali riescano a sopravvivere a secco e quali interazioni abbiano nell'ecosistema.



Siamo piccoli ma siamo tantissimi

Di batteri non ci sono soltanto quelli che provocano le malattie. Al contrario moltissimi batteri sono innocui per l'uomo e sono indispensabili per il funzionamento dei laghi e di tutti gli ecosistemi. I batteri sono piccoli operai specializzati nel trattamento e rigenerazione dei rifiuti e nell'estrazione e produzione di molecole semplici, utilizzabili da gli organismi più grossi e complessi.

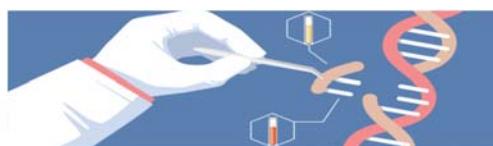
C'è bisogno di fosforo e azoto per fertilizzare le alghe? I batteri possono fornirli estraendoli dagli organismi morti. C'è bisogno di vitamine o di enzimi? I batteri possono sintetizzarli.

Ma attenzione: se costringiamo i batteri ad un superlavoro dando loro troppi rifiuti da trattare il meccanismo si inceppa. Infatti i batteri per realizzare la loro attività consumano ossigeno e quando hanno finito tutto quello che c'è nel lago i pesci muoiono perché non possono più respirare.



Per fare tanto lavoro pur essendo così piccoli da essere invisibili ad occhio nudo servono tantissimi batteri: in 1 litro d'acqua ce ne sono oltre 1 miliardo!

I meccanismi biochimici che permettono ai batteri delle acque di realizzare così tante trasformazioni delle sostanze organiche ed inorganiche non sono ancora del tutto chiariti e ne esistono ancora molti dei quali si sa davvero poco. Oggi però esistono tecniche di genetica molecolare che permettono di «vedere» il DNA dei batteri e di scoprire che cosa questi possono fare e cosa stanno facendo.



Un'alborella e il suo cibo



I pesci sono l'ultimo anello della catena alimentare. Sono, insomma, alla fine di quella lunga via di trasferimento del cibo che parte dai vegetali e, passando attraverso diverse trasformazioni della sostanza organica, arriva appunto ai pesci.

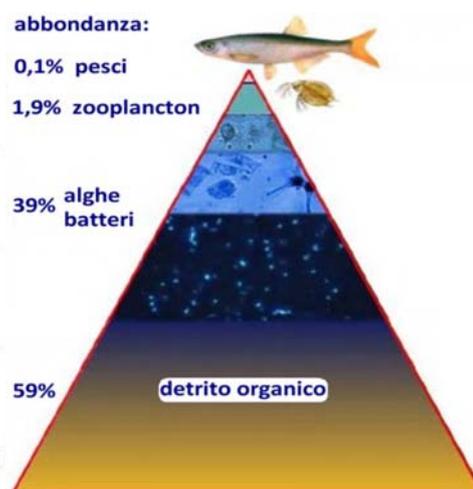
Anche un piccolo pesce come l'alborella per vivere deve mangiare giornalmente migliaia di organismi dello zooplancton. Questo spiega perché nel Lago Maggiore, come in altri laghi, ci sono oltre un centinaio di kg di batteri, alghe, zooplancton e detrito microscopico per ogni kg di pesce.

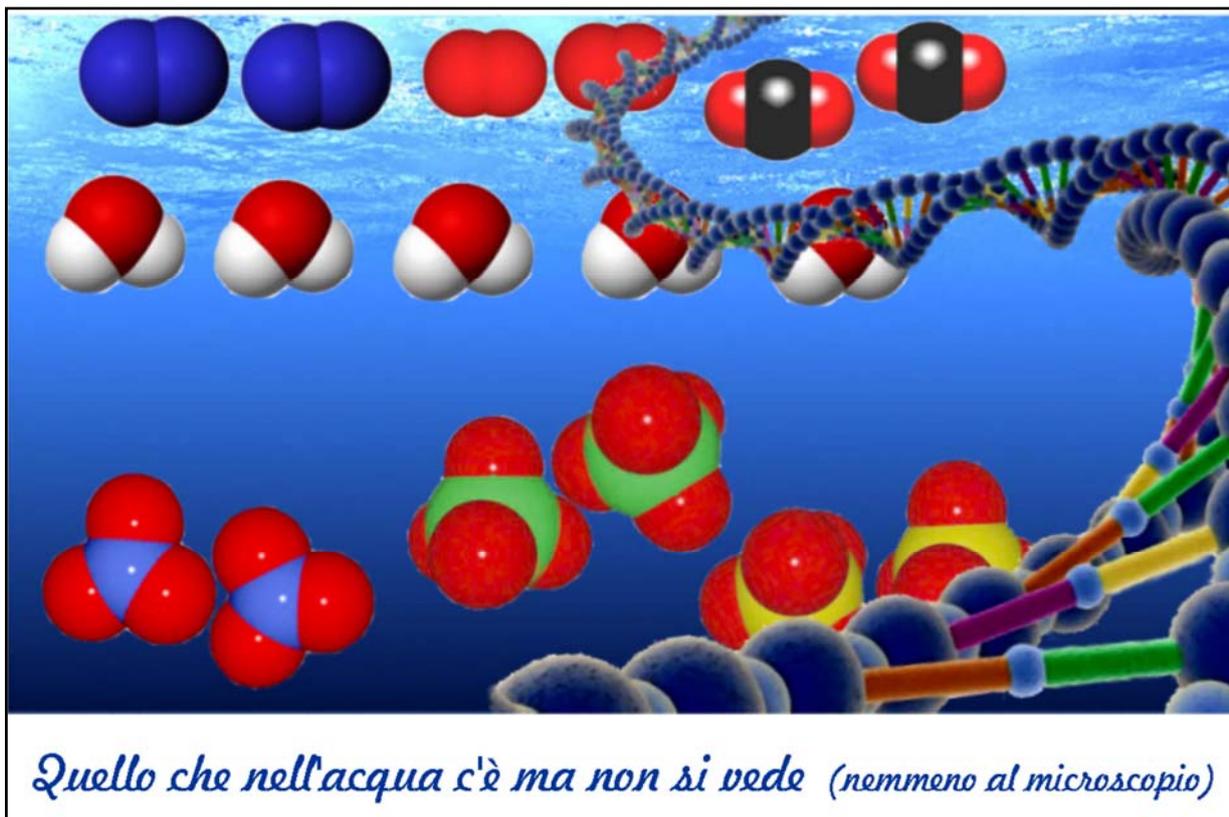
Insomma, il pesce è al vertice di quello che si chiama la piramide alimentare.

Per questo anche se ciò che interessa molto all'uomo è il pesce, che è una risorsa naturale importantissima, non si può trascurare lo studio del suo cibo, cioè dei moltissimi organismi microscopici che l'uomo non utilizza direttamente.



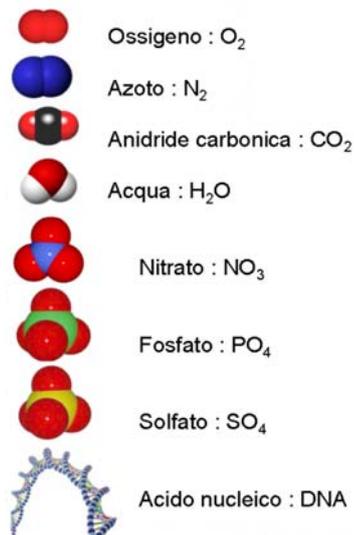
La piramide delle biomasse

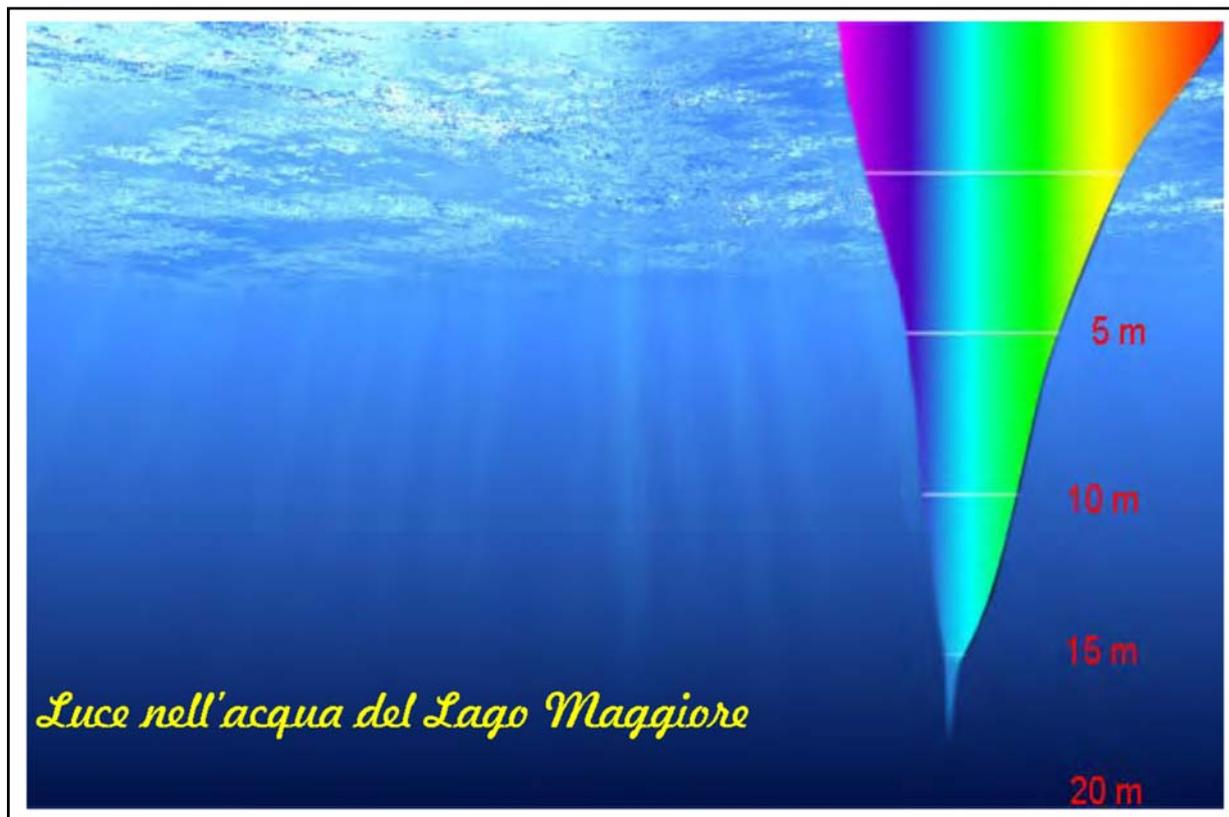




Nell'acqua del lago ci sono tante cose che non si vedono neppure con il microscopio

Nell'acqua ultrapura ci sono soltanto molecole d'acqua. Ma nell'acqua di lago ci sono tantissime altre sostanze perché l'acqua è un solvente eccezionale e nell'acqua si scioglie quasi tutto: dai gas presenti nell'atmosfera fino alle sostanze inorganiche semplici trasportate dalle acque dei fiumi e delle piogge che scorrono sui suoli ed alle sostanze organiche più complesse prodotte dall'uomo o derivanti dalle attività degli organismi acquatici e terrestri. Proprio per questa sua ricchezza di contenuti nell'acqua esiste la vita: gli organismi ci trovano disciolto l'ossigeno che permette loro di respirare e le alghe ci trovano l'anidride carbonica che, insieme ai minerali, viene utilizzata per la costruzione di nuova sostanza organica attraverso la fotosintesi.





La luce e l'acqua del lago

Nell'acqua come sulla terra la luce è indispensabile perché è l'energia che mantiene in funzione l'ecosistema permettendo la vita e lo sviluppo dei vegetali: le alghe. Però l'acqua non è trasparente come l'aria e frena il passaggio della luce che arriva, nel Lago Maggiore, fino alla profondità di 20 metri al massimo. Soltanto in questo strato illuminato è possibile la vita dei vegetali e, quindi, la produzione di nuova materia organica.

Più sotto, nel buio, possono però vivere molti altri organismi, come alcuni vermi, molluschi e pesci che cercano il cibo non con la vista ma con l'olfatto o con altri organi di senso.



Perché in profondità tutto appare blu e verde?

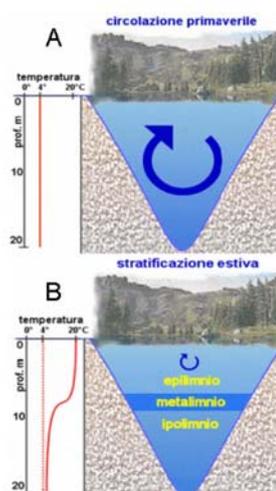


Per come è fatta la sua molecola l'acqua è meno trasparente al rosso e più trasparente al blu. Perciò nelle profondità del lago è come se tutto fosse illuminato da una luce blu-verde.

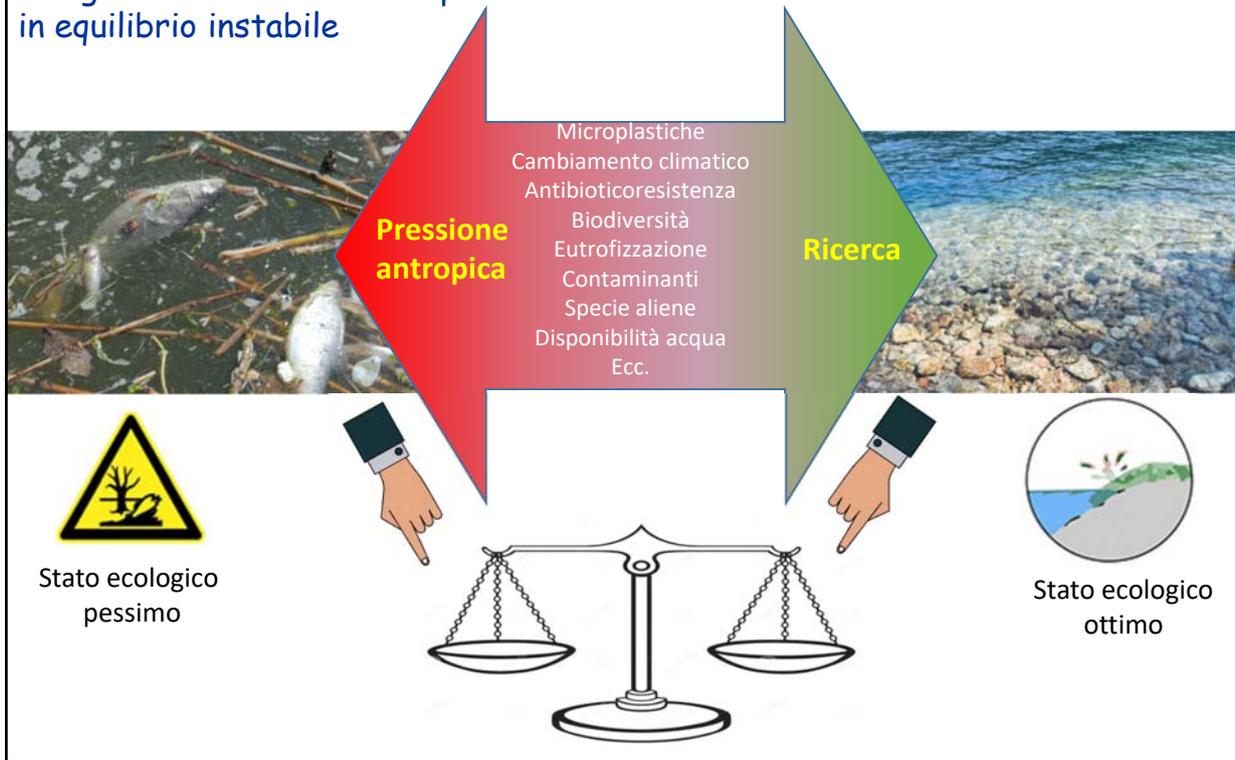


Le misteriose correnti del lago delle quali ogni tanto si sente parlare in realtà non esistono se non, talvolta, alle foci dei fiumi. Infatti, mentre l'acqua dei torrenti scorre veloce a valle trascinata dalla forza di gravità, l'acqua del lago si sposta lentamente perché la differenza di livello tra entrata e uscita è virtualmente nulla.

Per muovere l'acqua del lago ci vuole il calore: in primavera, quando l'acqua del lago è tutta alla stessa temperatura, basta poco vento per rimescolare le acque (figura A). Poi in estate l'acqua alla superficie si riscalda e diventa meno densa, rimanendo a galleggiare stratificata sopra le acque più fredde delle zone profonde (figura B). Quindi è il succedersi stagionale di riscaldamento e raffreddamento che, rendendo le acque più o meno dense, cioè più o meno leggere, fa sì che esse possano spostarsi, con la spinta del vento, lungo l'asse verticale del lago. Alla circolazione primaverile le acque profonde possono arrivare alla superficie dove, a contatto con l'atmosfera, si caricano dell'ossigeno necessario alla vita degli organismi acquatici.



Il lago è un ecosistema complesso
in equilibrio instabile



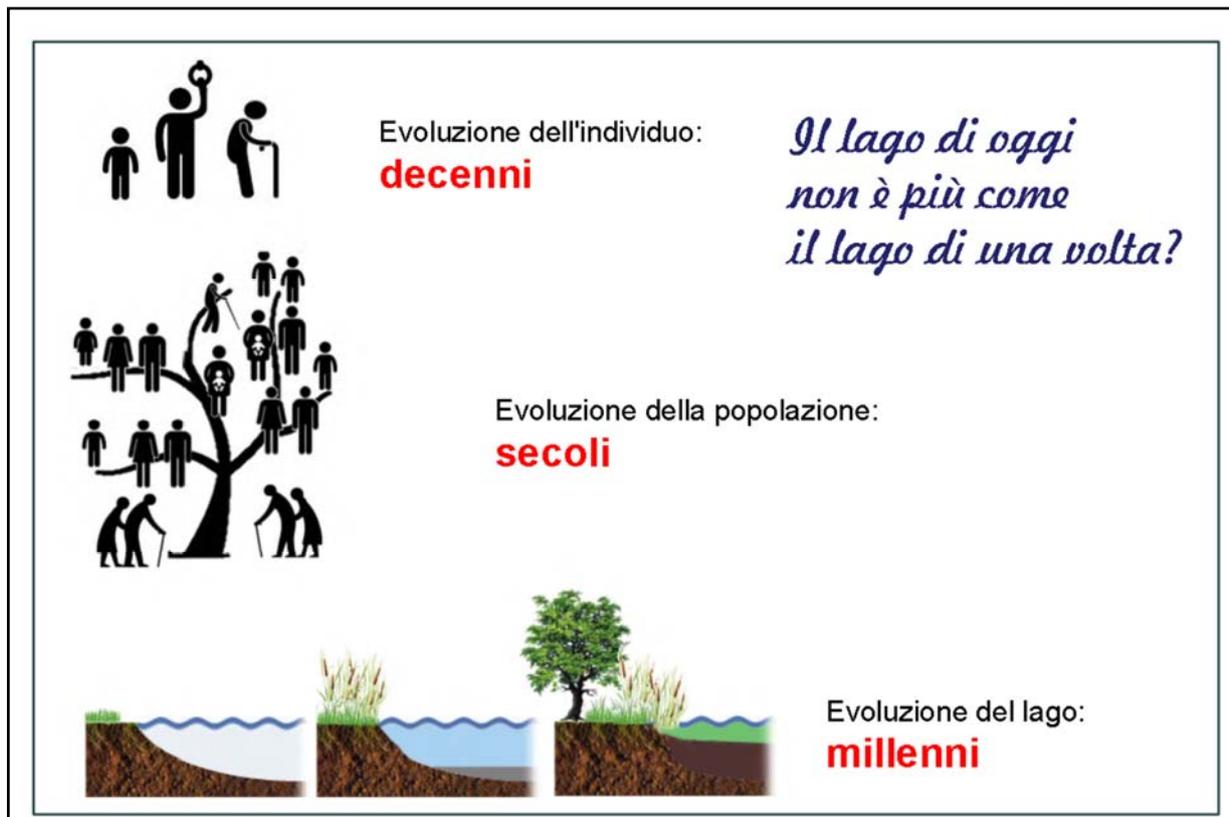
Il lago è un ecosistema complesso e il suo buon
funzionamento dipende dall'interazione di molti fattori



È necessario che tutto funzioni in modo equilibrato e che ci siano conoscenze scientifiche documentate e approfondite per gestire bene il lago.

Le attività umane possono danneggiare l'ecosistema, la ricerca scientifica può valutare i danni e dirci cosa fare per evitarli.



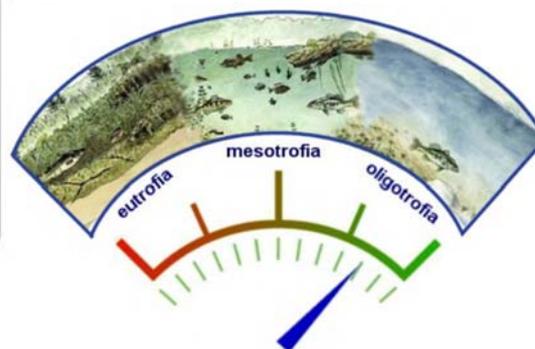


I tempi cambiano, il clima cambia, ciascuno di noi sta cambiando. Tutto cambia ed anche il lago. Però è una questione di tempo: la vita dell'uomo dura decenni e quella del lago dura millenni, anche se il lago può cambiare nel giro di qualche anno.

Per registrare i cambiamenti del lago la memoria non basta: ci vogliono misure periodiche e frequenti delle sue variabili fisiche, chimiche e biologiche, che devono essere registrate ed analizzate nel loro complesso per poter valutare come sta evolvendo il lago. Ci vuole, in altre parole, la ricerca ecologica a lungo termine, sostenuta, per il Lago Maggiore, dalla Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere. Il Lago Maggiore è incluso nella rete di ricerca ecologica a lungo termine **LTER** (Long Term Ecological Research).



Il Lago Maggiore negli ultimi 30 anni è passato dalla condizione di eutrofia a quella di meso-oligotrofia, con un notevole miglioramento qualitativo delle sue acque.



Dall'agricoltura: il cibo



Dalla ricerca: la conoscenza

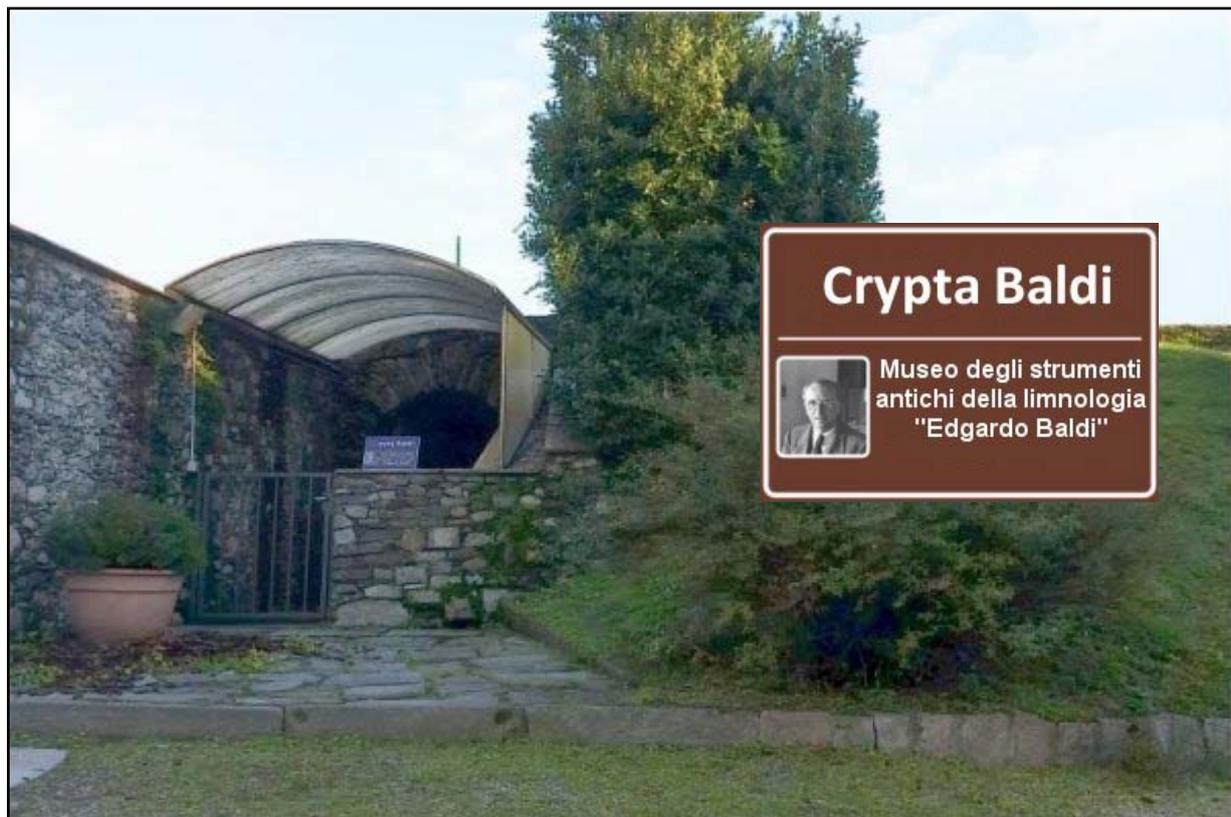
A cosa serve il lavoro del contadino? Si vede subito: produce cibo, un bene d'uso immediato.

A cosa serve la ricerca scientifica? Si vede a distanza di anni: produce la conoscenza, diffusa attraverso le riviste scientifiche, necessaria per l'incremento del nostro benessere (nuovi farmaci, nuove tecnologie). Nel caso della ricerca ambientale, come lo studio dei laghi, gli effetti della ricerca si vedono soltanto a distanza di decenni perché i tempi di vita degli ecosistemi sono più lunghi di quelli dell'uomo ed i risultati non sono immediati.

Ci colpiscono le catastrofi improvvise ma non i cambiamenti dei laghi, perché sono lenti ed è difficile vederne le cause remote. Ma se oggi il Lago Maggiore e il Lago di Mergozzo stanno bene è perché la ricerca ha dimostrato che era necessario ridurre l'afflusso al lago di nutrienti. Se il Lago d'Orta è tornato normale è perché la ricerca ha mostrato come fare per ridurre la sua acidità alterata dall'uomo.

Il CNR IRSA pubblica una rivista scientifica internazionale, il *Journal of Limnology*, che è tra le prime 10 riviste al mondo del settore. Se sei interessato visita il sito www.ilimnol.it





Se ti interessa la storia...

Nel 2015 è stato realizzato un piccolo museo degli antichi strumenti della limnologia, la scienza che studia i laghi. Da oltre un secolo la limnologia si è sviluppata a Verbania nella villa De Marchi, sede storica dell'Istituto Italiano di Idrobiologia, ora parte dell'IRSA - CNR.

Il museo, chiamato *Crypta Baldi*, è ospitato nell'antica ghiacciaia della villa, una cripta sotterranea e nascosta.

E' dedicato ad Edgardo Baldi, primo direttore dell'istituto dalla sua fondazione nel 1938. Vi invitiamo a visitare la *Crypta Baldi*, con l'augurio che i vostri passi tra le testimonianze della ricerca del passato facciano crescere il vostro bisogno di scienza nel futuro.

Per una visita alla versione virtuale del museo vai su:
www.vb.irsa.cnr.it/crypta/



