

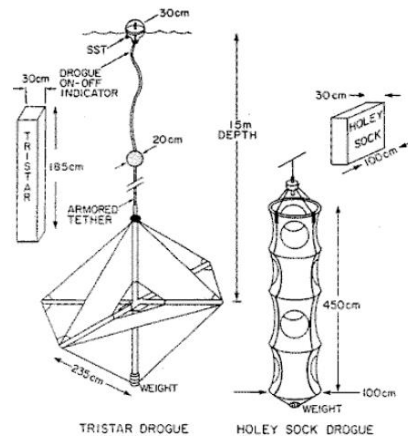
# Proposte di tesi triennali (sett. 2023)

Lo stato di qualità delle acque di un lago è condizionato in modo determinante dai processi di mescolamento e trasporto. Questo progetto di ricerca si focalizza sulla misura delle correnti nei laghi che, a causa della forte tridimensionalità del campo di moto, è estremamente complessa e onerosa, soprattutto nei laghi ampi e profondi quali quelli presenti sul nostro territorio.

Oggetto della tesi è l'individuazione di derivate lagrangiane utili per la misura delle correnti negli strati superficiali del lago di Garda e la definizione di metodologie idonea all'analisi dei dati misurati.



*Esempio di deriva lagrangiana progettata per misure in laghi bassi*



*Esempio di derivate lagrangiane utilizzate in ambito oceanografico*



*Esempio di traiettorie misurate con questa tipologia di strumentazione nelle Torbiere del Sebino e sul lago d'Iseo*

PARTICOLARMENTE CONSIGLIATO PER STUDENTI :

- interessati alla meccanica dei fluidi e all'idrodinamica dei laghi
- interessati ad una tesi con un taglio applicativo e sperimentale

# RICOSTRUZIONE STORICA DI DATI FISICI DEI LAGHI LOMBARDI

La limnologia fisica, cioè lo studio dei processi fisici che hanno luogo in un lago, è relativamente recente. Di conseguenza le misure dei parametri che caratterizzano le acque di un lago, a partire dalla temperatura dell'acqua, sono disponibili in modo sistematico solo negli ultimi decenni. Tuttavia è possibile reperire alcune informazioni che saltuariamente sono state condotte nei laghi e che rivelano aspetti fondamentali dell'evoluzione di questi ecosistemi.

Oggetto della tesi è il reperimento di dati fisici del lago di Garda misurati nella prima metà del secolo scorso (in particolare di temperatura e livello) e l'approfondimento di un aspetto dell'idrodinamica dei laghi connesso a questi dati che ha suscitato maggior interesse



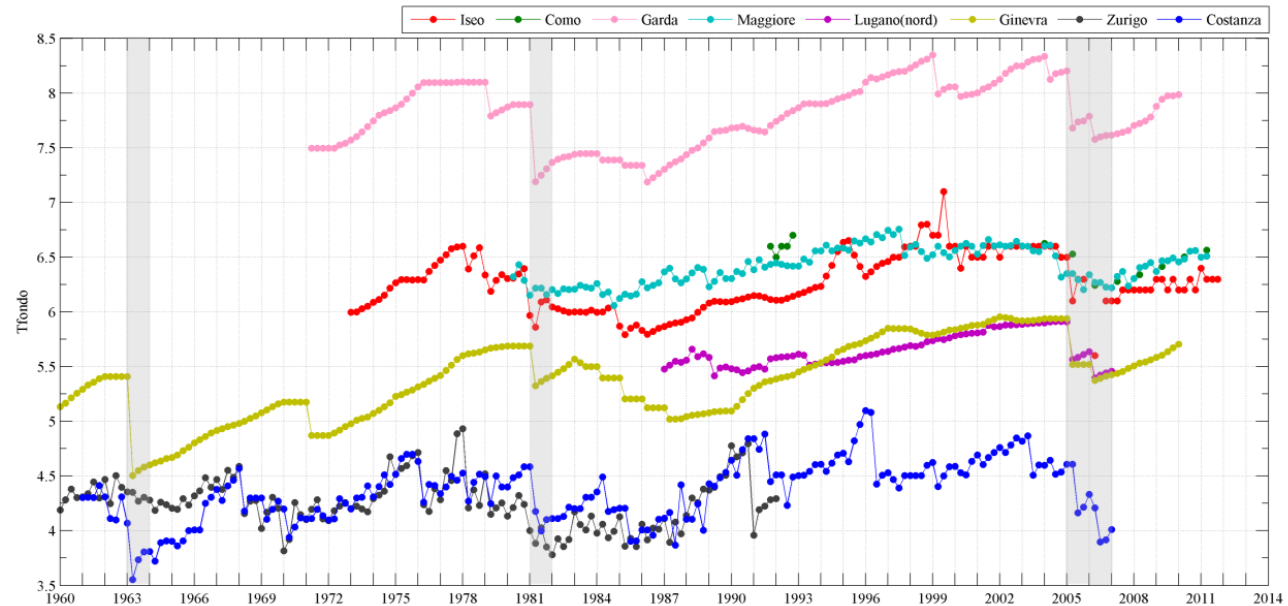
Francois Forel, fondatore della limnologia fisica (1900)

| Prof. m | Temp. °C |      | mg O <sub>2</sub> /l |      | pH   |      | Cond. µS 18 °C |     | µg P(PO <sub>4</sub> <sup>'''</sup> )/l |    |
|---------|----------|------|----------------------|------|------|------|----------------|-----|-----------------------------------------|----|
|         | V        | XI   | V                    | XI   | V    | XI   | V              | XI  | V                                       | XI |
| 0       | 13,1     | 10,6 | 11,9                 | 10,1 | 8,46 | 8,15 | 260            | 238 | 1                                       | 0  |
| 5       | 11,1     | 10,6 | 12,2                 | 10,2 | 8,40 | —    | 253            | —   | 0                                       | —  |
| 10      | 9,4      | 10,6 | 12,0                 | 10,3 | 8,30 | —    | 263            | —   | 0                                       | —  |
| 20      | 8,3      | 10,5 | 10,9                 | 10,4 | 8,11 | 8,21 | 268            | 239 | 0                                       | 1  |
| 30      | 7,5      | 8,7  | 10,6                 | 8,3  | 8,01 | 8,00 | 268            | 258 | 0                                       | 1  |
| 60      | 6,0      | 6,0  | 10,0                 | 9,3  | 7,93 | 8,02 | 268            | 271 | 3                                       | 6  |
| 100     | 5,85     | 5,8  | 9,7                  | 9,1  | 7,91 | 8,08 | 269            | 269 | 6                                       | 4  |
| 150     | 5,75     | 5,7  | 9,5                  | 9,0  | 7,92 | 8,08 | 271            | 272 | 1                                       | 8  |
| 200     | 5,75     | 5,75 | 9,1                  | 8,5  | 7,82 | 8,04 | 272            | 273 | 3                                       | 12 |
| 245-7   | 5,75     | 5,75 | 8,2                  | 7,8  | 7,88 | 7,98 | 278            | 279 | 30                                      | 15 |

Dati misurati da Bonomi e Gerletti (1967) che mostrano il lago d'Iseo in condizioni oligotrofiche pre-antropizzazione

PARTICOLARMENTE CONSIGLIATO PER STUDENTI :

- con interesse alla ricostruzione storica del territorio
- residenti nella zona del lago di Garda



Serie storica della temperatura al fondo dei laghi profondi prealpini

# ASPETTI DI IDRODINAMICA LACUALE DESUIBILI DELLE IMMAGINI DELLA SUPERFICIE LIBERA DEI LAGHI

La complessità dell'idrodinamica di un lago risiede nel fatto che i processi avvengono su scale spazio-temporali molto diverse: per questa ragione le strumentazioni puntuali che tipicamente si installano per monitorare le variabili di interesse, non possono fornire una visione globale su larga scala dei fenomeni in atto. E' auspicabile quindi l'integrazione di strumenti differenti.

Con questa tesi ci si propone di analizzare e comprendere alcuni fenomeni idrodinamici osservabili dall'aspetto della superficie dell'acqua, quali l'emersione di acqua profonda o lo sprofondamento di acqua superficiale. A questo scopo si documenteranno studi sperimentali in ambito oceanografico o lacuali che hanno avuto come oggetto l'osservazione di «slicks» (cfr: <https://actu.epfl.ch/news/scientists-delve-into-natural-slicks-on-lake-gen-2/>) e si cercherà di interpretare alcune delle immagini del lago d'Iseo catturate da una webcam alla luce di tale indagine.



*Esempi di immagini del bacino settentrionale del lago d'Iseo catturate dalla webcam*

**PARTICOLARMENTE CONSIGLIATO PER STUDENTI :**

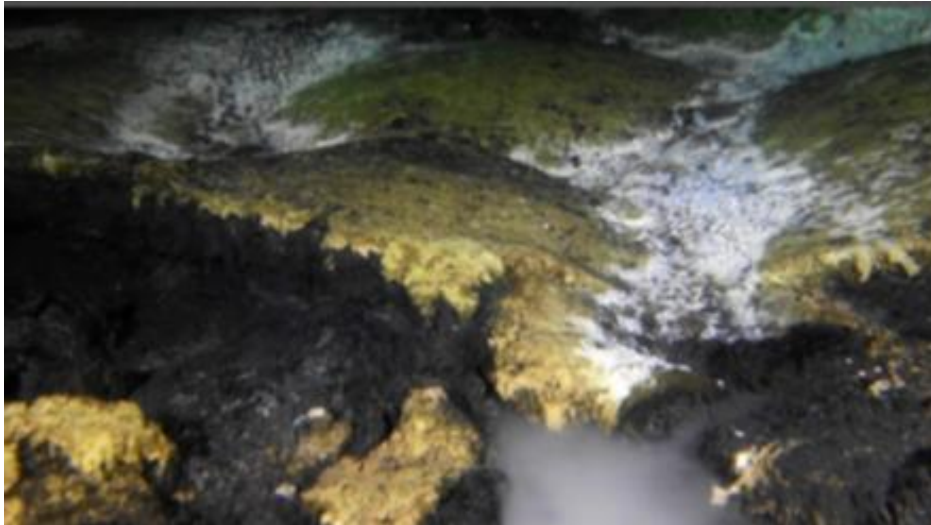
- interessati alla meccanica dei fluidi e all'idrodinamica dei laghi



# BEGGIATOA

Nel canale di Sale Marasino, a circa 100 m di profondità, si è riscontrata la presenza di Beggiatoa, ceppo di batteri che vivono in ambienti ricchi di zolfo, sostanza che ne regola il metabolismo.

In questa tesi ci si propone di approfondire il metabolismo biochimico che regola lo sviluppo e la crescita di questi batteri, nonché di documentare studi sperimentali che ne hanno attestato la presenza in altri laghi. Alla luce delle conoscenze acquisite, lo studente analizzerà alcuni dati relativi alla chimica e alla fisica dell'acqua del lago nei punti in esame per ipotizzarne le ragioni dello sviluppo e l'impatto che ne consegue.



*Esempi di immagini dei sedimenti catturate nel canale di Sale Marasino*

PARTICOLARMENTE CONSIGLIATO PER STUDENTI :

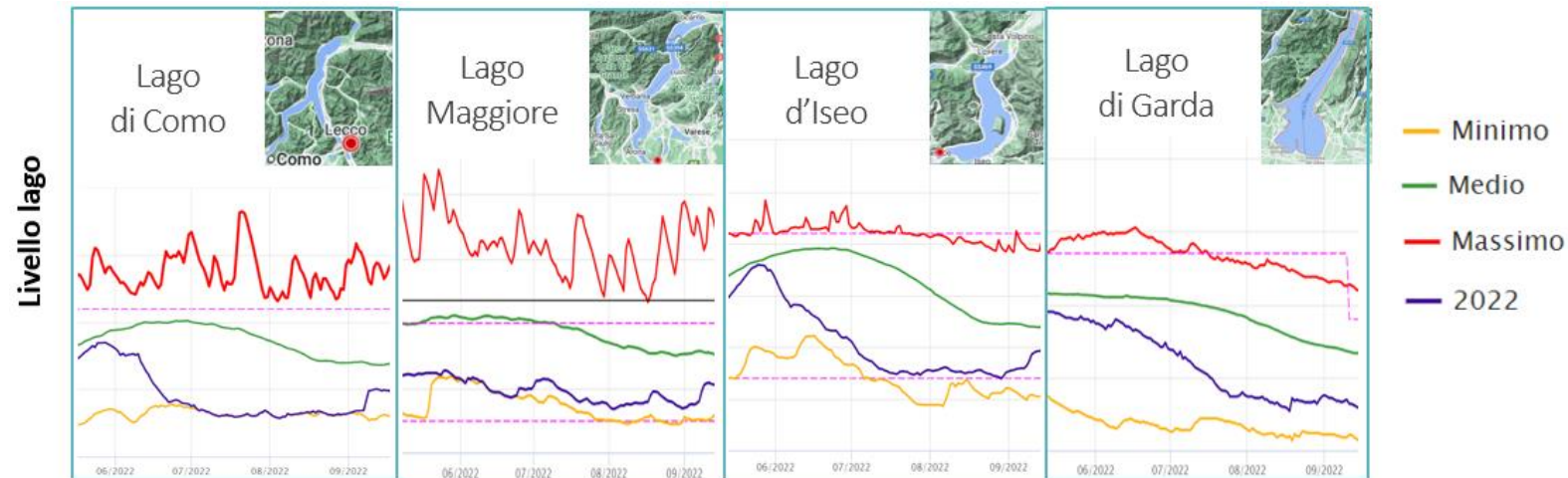
- interessati a chimica / biologia

# ASPETTI IDRAULICI CONNESSI ALLA CRISI IDRICA

La siccità che ha colpito l'Italia nel 2022 impone una serie di riflessioni sul tema della scarsità delle risorse idriche, dell'adeguatezza del nostro sistema infrastrutturale e gestionale per fronteggiare situazioni di emergenza e delle misure necessarie per mitigare l'impatto dei fenomeni siccitosi, inevitabilmente destinati ad essere più frequenti in uno scenario di cambiamento climatico.

Nel nostro territorio, in particolare, l'impatto è stato devastante sulla produzione agricola, la cui irrigazione è basata in larga parte sull'invaso nell'area montana e pedemontana nei mesi precedenti la stagione irrigua.

Oggetto di questa tesi è l'analisi comparata dei tassi di evaporazione dai laghi prealpini in diverse condizioni climatiche al fine di stimare l'impatto delle accresciute temperature sulla disponibilità idrica.



*Livelli dei laghi prealpini nell'estate del 2022*

**PARTICOLARMENTE CONSIGLIATO PER STUDENTI :**

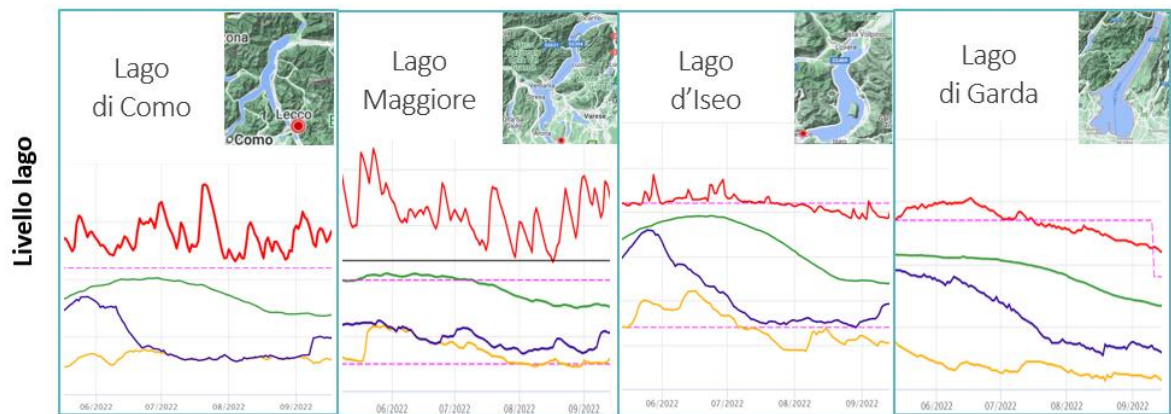
- interessati al tema del cambiamento climatico
- interessati all'analisi dati (che verrà svolta su fogli di calcolo)

# ASPETTI IDRAULICI CONNESSI ALLA CRISI IDRICA

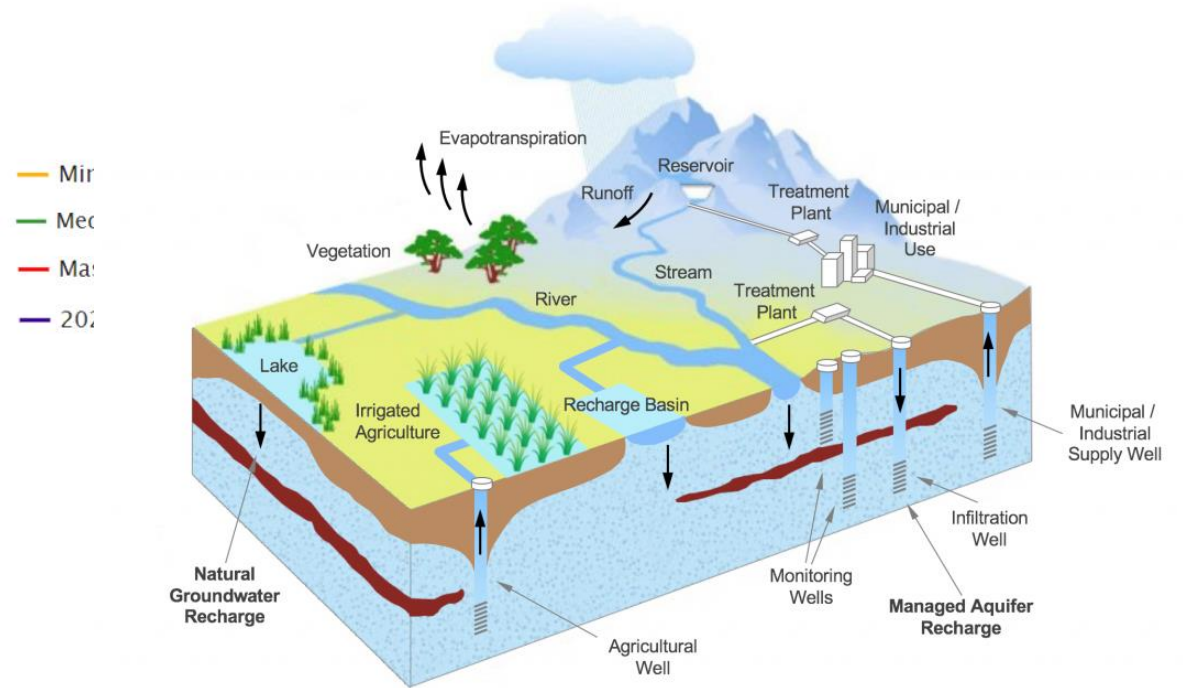
La siccità che ha colpito l'Italia nel 2022 impone una serie di riflessioni sul tema della scarsità delle risorse idriche, dell'adeguatezza del nostro sistema infrastrutturale e gestionale per fronteggiare situazioni di emergenza e delle misure necessarie per mitigare l'impatto dei fenomeni siccitosi, inevitabilmente destinati ad essere più frequenti in uno scenario di cambiamento climatico.

Oggetto di questa tesi è l'approfondimento di alcune tecniche di gestione delle risorse attuate in contesti che hanno vissuto per periodi prolungati condizioni di siccità, in particolare le politiche di ricariche degli acquiferi «Managed Aquifer Recharge»

[https://www.youtube.com/watch?v=5y9VTc0\\_0nM](https://www.youtube.com/watch?v=5y9VTc0_0nM)



*Livelli dei laghi prealpini nell'estate del 2022*



*Managed aquifer recharge*

**PARTICOLARMENTE CONSIGLIATO PER STUDENTI :**

- interessati al tema del cambiamento climatico
- interessati a soluzioni ingegneristiche



# CONSEGUENZE DELLE ONDE DI CALORE NEI LAGHI

Il cambiamento climatico in atto sta determinando delle variazioni molto significative della struttura termica dei laghi. Fra queste, un effetto è il verificarsi di onde di calore superficiali (cioè di periodi prolungati con temperatura dell'acqua al di sopra della media climatologica) con maggiore frequenza e maggiore intensità.

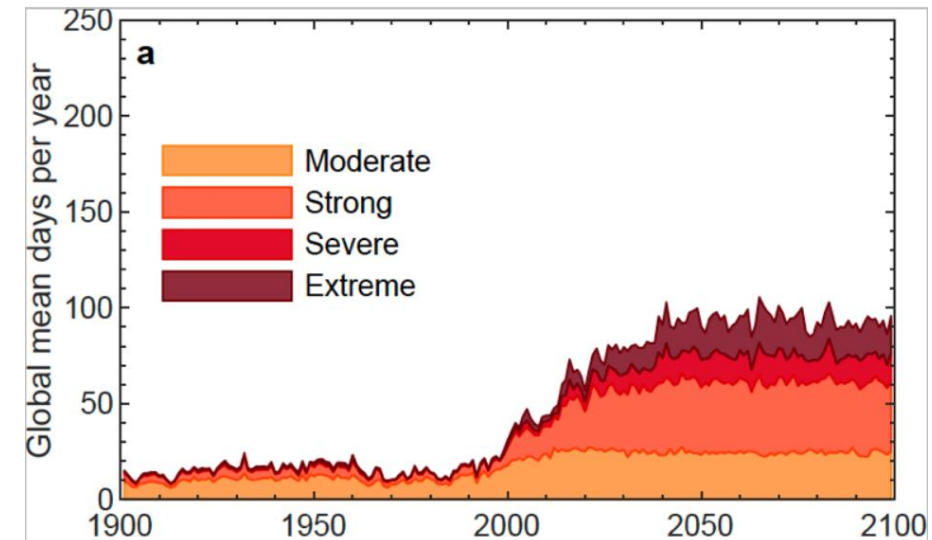
Questa tesi riguarda un approfondimento bibliografico delle conseguenze di tali fenomeni sulla qualità delle acque, relativo in particolare a studi sperimentali che abbiano documentato l'impatto delle onde di calore sulla proliferazione algale di alcune specie algali. Seguirà quindi l'utilizzo di semplici modelli semplificati che possano esemplificare quanto studiato teoricamente.



*Bloom algale sul lago Erie*

PARTICOLARMENTE CONSIGLIATO PER STUDENTI :

- interessati al tema del cambiamento climatico
- interessati ad aspetti di qualità delle acque



*Previsione delle durate delle onde di calore nei laghi in diversi scenari di cambiamento climatico (Woolway et al. 2021)*