Master thesis
(oct. 2026)

1 - ATTIVITA' SPERIMENTALI SUL LAGO D'ISEO

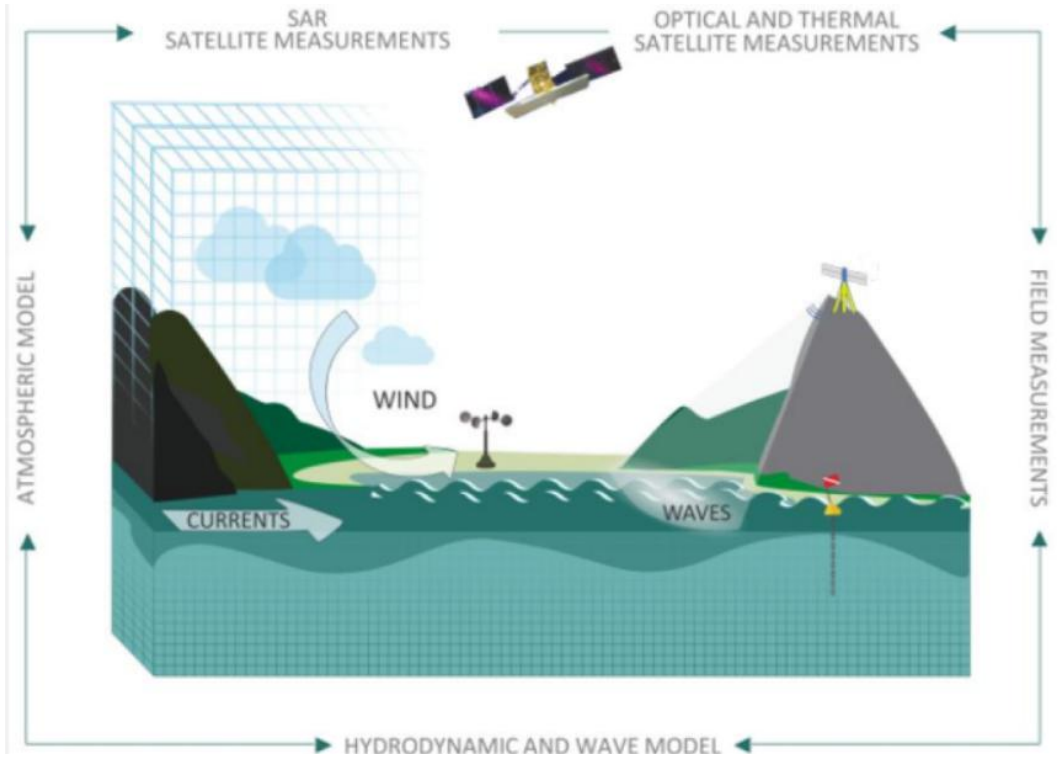
Nell'ambito di un progetto in collaborazione con l'Università di Trento e il CNR, nel 2027 il gruppo di idraulica condurrà delle campagne sperimentali volte a testare diversi strumenti di misura e a comprendere alcuni fenomeni fisici in atto sui laghi.

In questo ambito, saranno disponibili tesi magistrali relative a specifici strumenti/dati, prevedendo sia una fase operativa sul campo che una fase di analisi dati. Queste tesi sono particolarmente consigliati per studenti:

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

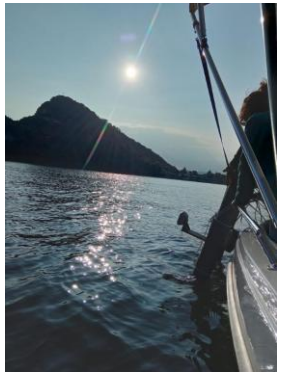
- interessati ad una tesi con un taglio applicativo e all'analisi di dati











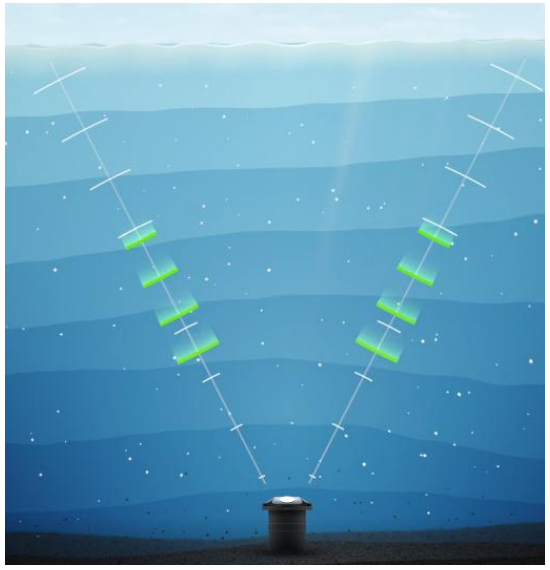


1A – MISURE DI CORRENTI

Domanda di ricerca: quale è il profilo di corrente indotto dal vento sul lago nelle prime decine di metri? E' influenzato dalla rotazione terreste? E' influenzato dalla presenza di affluenti?

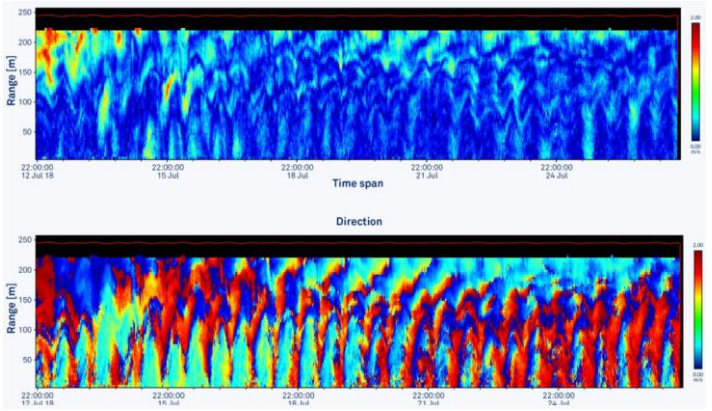
Attività:

- Analisi degli strumenti acustici ADCP in commercio e pianificazione dell'attività di installazione
- Analisi dei dati misurati in relazione alle forzanti presenti
- Supporto al gruppo durante campagne di misura volte a raccogliere dati utili all'interpretazione dei dati misura









Esempio di ADCP, di alcune configurazioni in campo e dei dati misurati

1B – MISURA DEL CAMPO D'ONDA

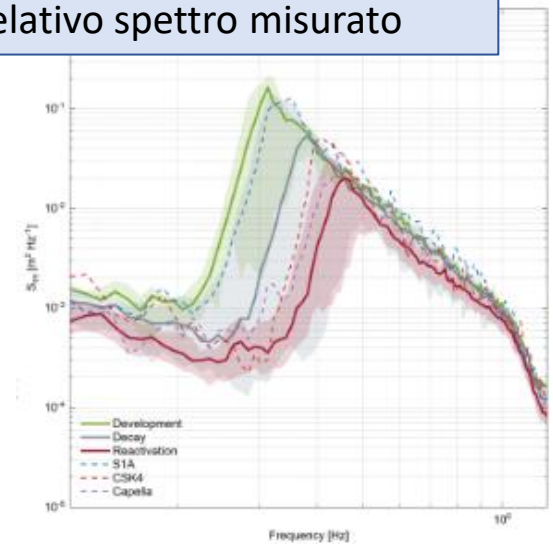
Domanda di ricerca: quale è il campo d'onda presente sul lago d'Iseo? Quali sono le condizioni di vento che corrispondono a condizioni di pericolo per la navigazione? Le attuali previsioni fornisco informazioni adeguate per attivare un'allerta?

Attività:

- Analisi degli ondametri in commercio e pianificazione dell'installazione
- Studio della teoria delle onde superficiali
- Analisi dei dati misurati in relazione alle forzanti presenti
- Documentazione di eventi storici estremi documentati
- Valutazione di un'attività di allerta meteo volta alla tutela della navigazione

Esempio di ondametro sul lago di Garda e relativo spettro misurato





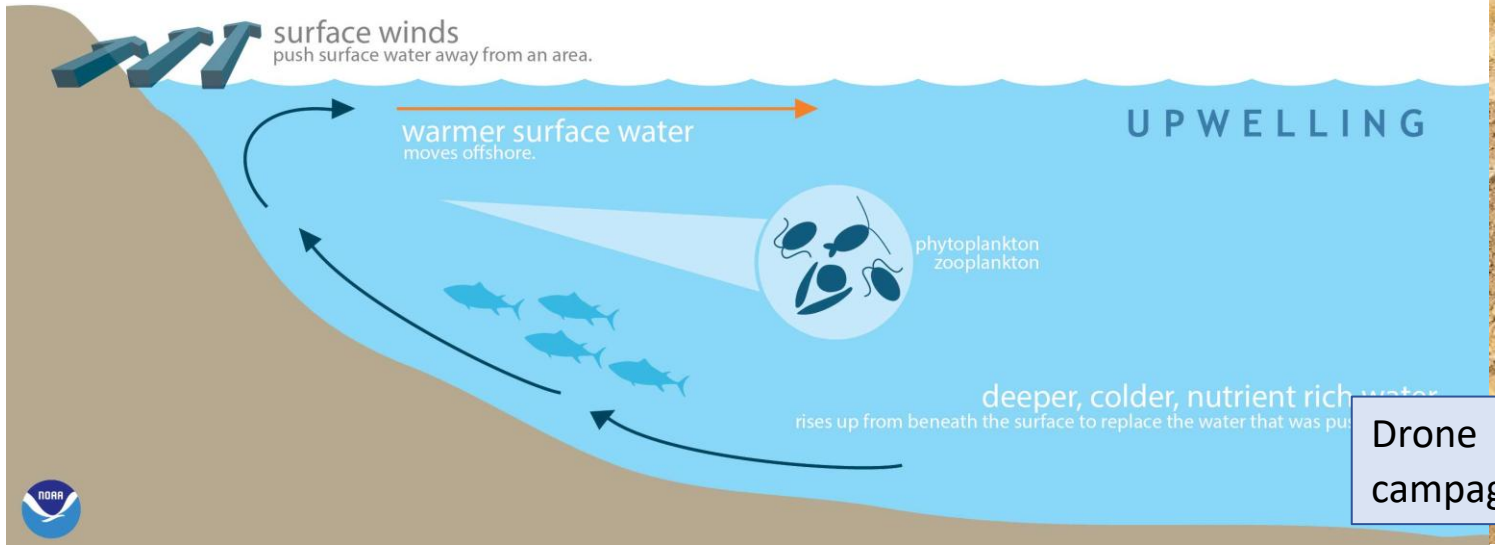


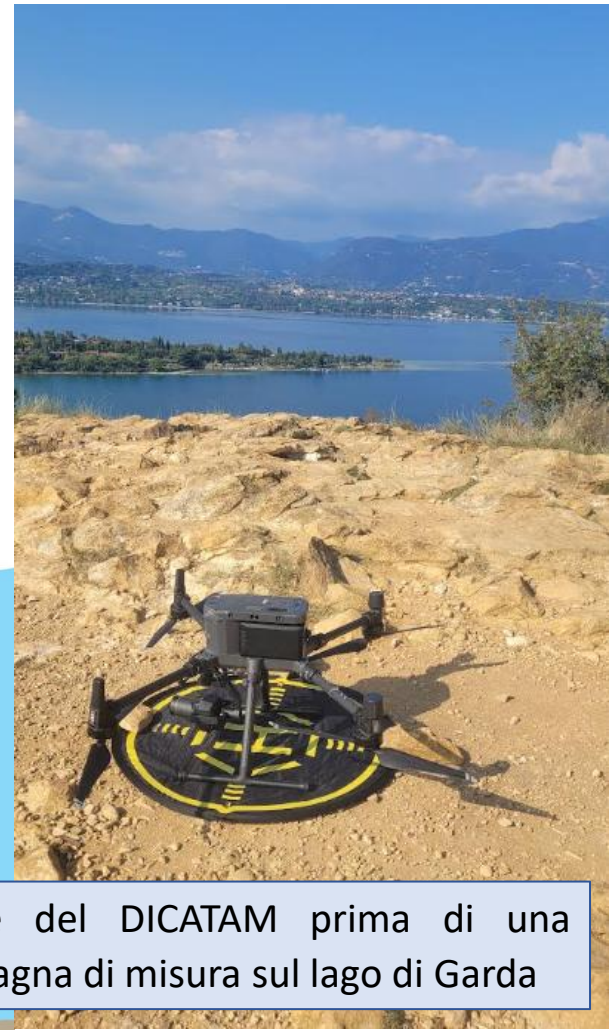
1C – MISURA DELLA TEMPERATURA SUPERFICIALE

Domanda di ricerca: è possibile desumere tramite l'utilizzo di telecamere termiche montate su droni ricavare delle informazioni sulla distribuzione della temperatura superficiale? I meccanismi di circolazione interna possono spiegare le differenze di temperatura misurate? Esistono in particolare delle zone di risalita di acqua fredda indotte dal vento?

Attività:

- Analisi del funzionamento di sensori termici
- Pianificazione di campagne di misure da effettuare mediante droni e da campagne di misure da barca dove verrà misurata la temperatura dell'acqua in vari punti del lago
- Studio del fenomeno dell' «upwelling»: risalita di acqua fredda verso la superficie indotta dal vento
- Analisi dei dati e interpretazione delle misure effettuate





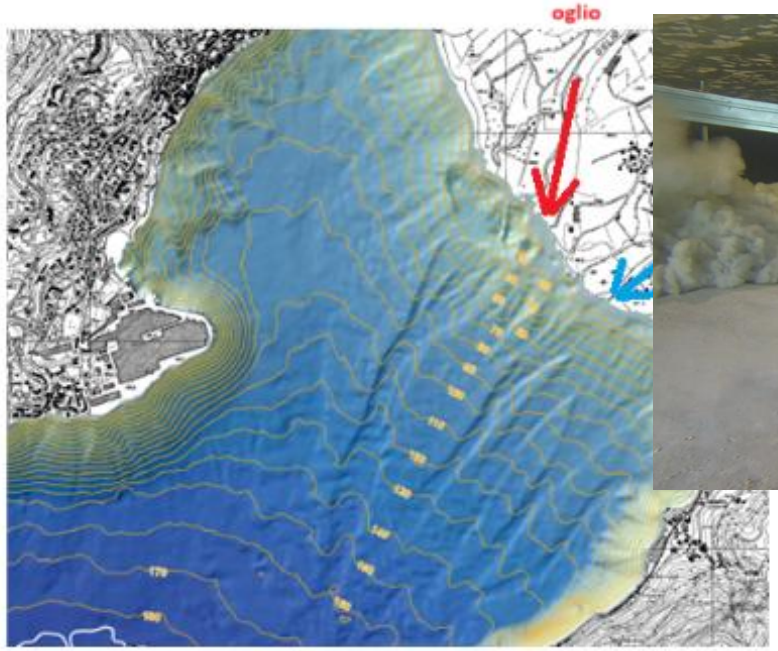
Drone del DICATAM prima di una campagna di misura sul lago di Garda

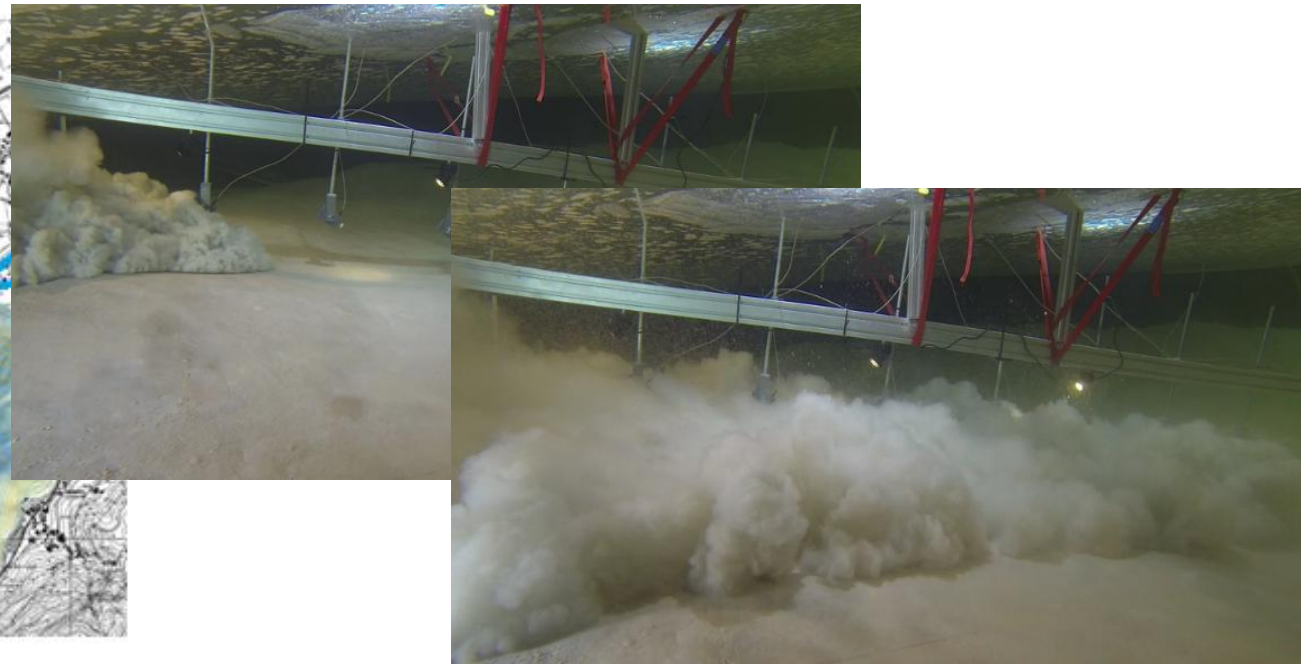
1D – MISURE IN PROSSIMITA' DELLA FOCE DEL FIUME OGLIO

Domanda di ricerca: quale è il destino delle acqua dell'Oglio in ingresso al lago d'Iseo? Quali sono le condizioni che innescano il trasporto di ossigeno in profondità? Come si modifica la corrente di gravità durante il suo sprofondamento nel lago?

Attività:

- Studio del fenomeno delle correnti di gravità
- Pianificazione di campagne di misure volte a individuare la presenza di correnti di gravità nella zona nord del lago
- Analisi dei dati e loro interpretazione





Batimetria della parte settentrionale del lago d'Iseo con evidenza dei canyon sotterranei scavati da correnti di torbidità. Esempio di corrente di torbidità simulata in laboratorio

TESI CHE SI PRESTA ANCHE AD ATTIVITA' DI LABORATORIO IN CENTRI DI RICERCA ESTERI

2 - ATTIVITA' MODELLISTICHE RELATIVE ALL'IDRODINAMICA LACUALE

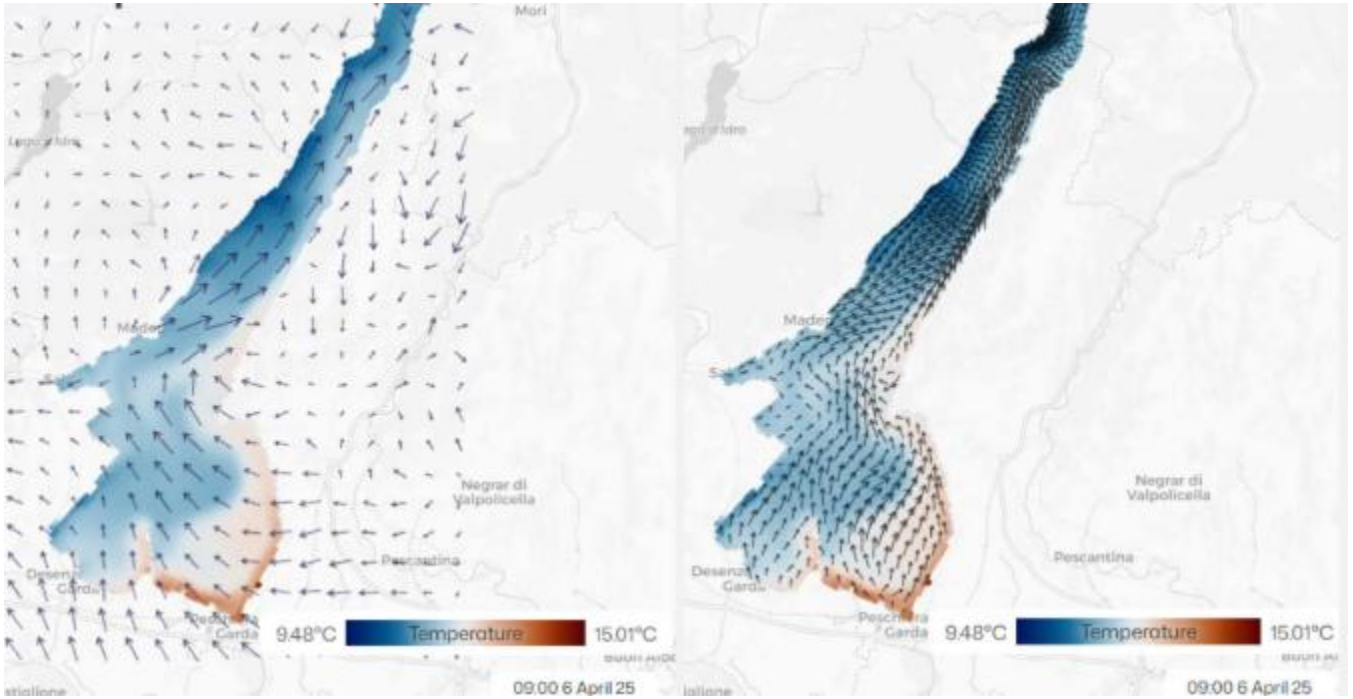
Il gruppo di ricerca di Idraulica utilizza software e sviluppa modelli matematici per comprendere i meccanismi che regolano il moto dell'acqua nei laghi e il conseguente trasporto di sostanze disciolte e sospese.

Nel seguito mostriamo alcuni esempi di attività modellistiche di questa natura.

Queste tesi sono particolarmente consigliati per studenti:

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

- interessati ad una tesi con un taglio modellistico , che consistono nell'utilizzo o nello sviluppo di strumenti matematici in grado di risolvere le equazioni che governano un determinato fenomeno.



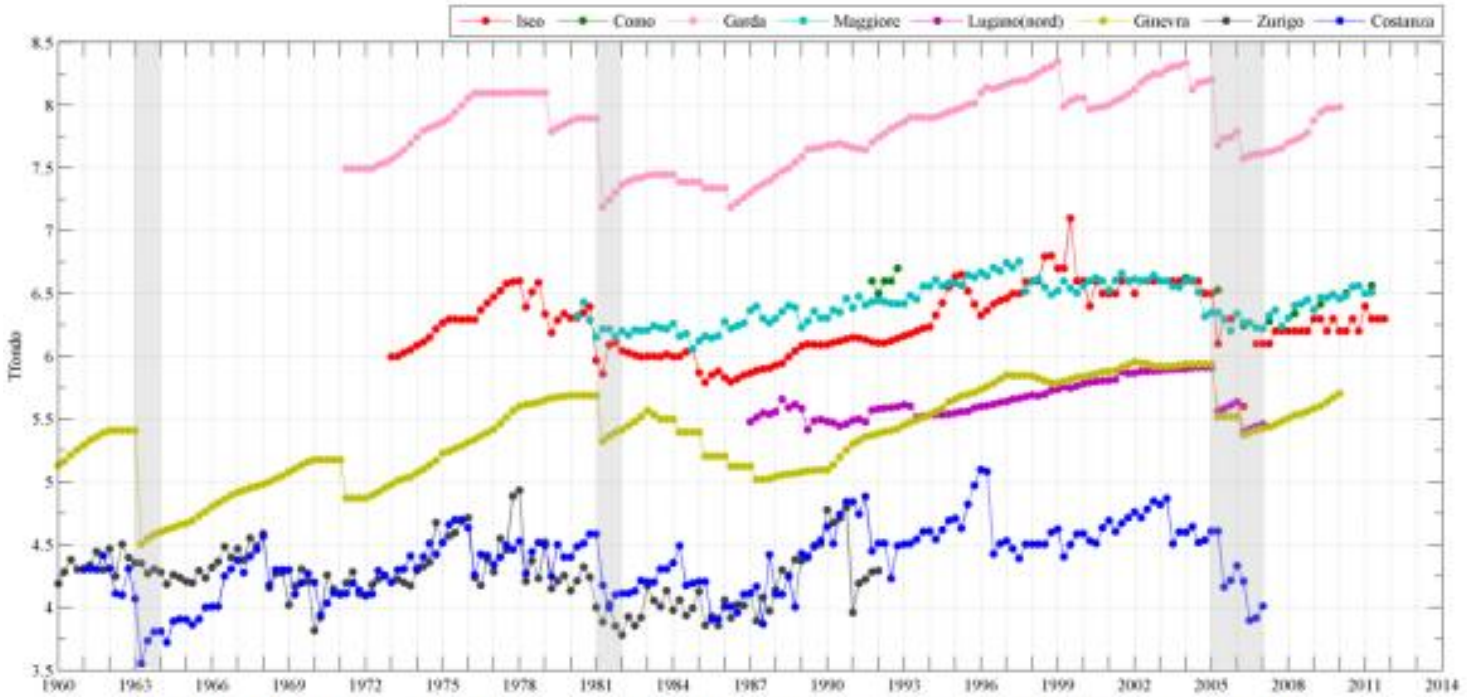
Esempio di campo di moto superficiale simulato sul lago di Garda ad aprile 2025. Sulla sinistra si rappresenta la forzante (vento) e sulla destra la risposta del lago in termini di temperatura e correnti superficiali

2A – MODELLO DELLA TEMPERATURA PROFONDA

Domanda di ricerca: quale è la ragione delle marcate differenze che si possono osservare nelle serie delle temperature profonde dei laghi prealpini?

Attività:

- Raccolta di misure storiche di alcuni laghi prealpini e delle serie meteorologiche necessarie come input al modello
- Settaggio e calibrazione di modelli 1D che riproducano le temperature profonde su lungo periodo
- Analisi comparativa dei risultati ottenuti per mettere in luce la diversa risposta termica dei diversi laghi



Temporal evolution of the deep temperature of different lakes.

Le serie temporali delle temperature rilevate nelle profondità dei laghi prealpini mostrano una chiara tendenza al riscaldamento, sebbene con differenze marcate da un sito all'altro. Tale tendenza, indotta dal cambiamento climatico, sta influenzando profondamente le caratteristiche fisiche e chimiche di questi laghi. Le attività che seguono mirano a comprendere le ragioni alla base della diversa evoluzione termica osservata nel lago d'Iseo e nel lago di Garda.

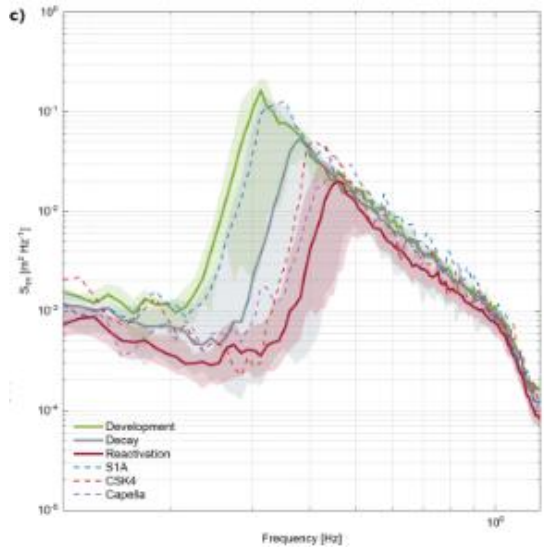
2B – MODELLO DEL CAMPO D'ONDA SUL LAGO

Domanda di ricerca: quale è il campo d'onda presente sul lago d'Iseo? Quali sono le zone più a rischio per la navigazione? Un modello accoppiato alle previsioni meteorologico può costituire uno strumento di allerta per la navigazione?

Attività:

- Settaggio e calibrazione di un modello numerico sulla base degli input forniti dal modello idrodinamico e dalle misure di un ondametro
- Analisi dei risultati per caratterizzare le zone a maggior rischio





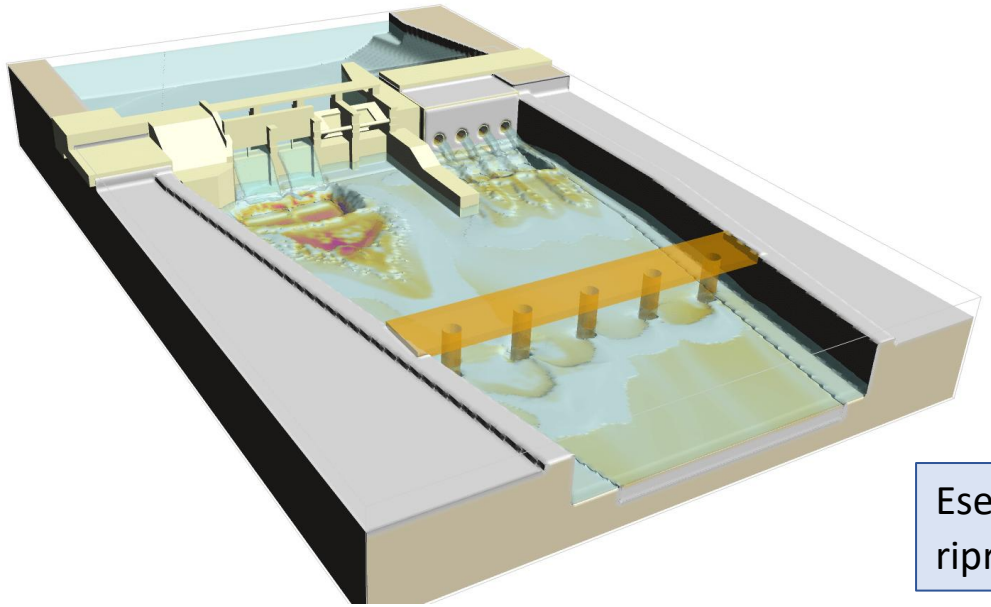


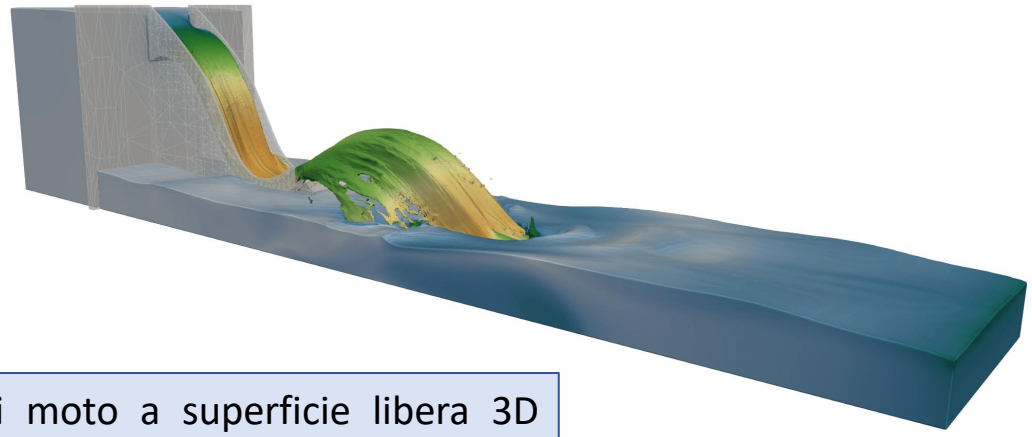
2 - ATTIVITA' MODELLISTICHE CFD

Uno degli obiettivi dell'idraulica ambientale `e quello di descrivere e quantificare il moto dei fluidi in sistemi naturali, identificandone i meccanismi dominanti e il loro ruolo nei processi di trasporto e mescolamento. Accanto alla sperimentazione e alla teoria, la Computational Fluid Dynamics (CFD) rappresenta oggi uno strumento operativo per investigare configurazioni in cui la complessità geometrica, le caratteristiche dei fluidi in gioco e la natura tridimensionale dei flussi rendono poco praticabili approcci puramente analitici, numerici semplificati o campagne sperimentali estensive. La CFD studia il moto dei fluidi risolvendo numericamente le equazioni tridimensionali della conservazione della massa e della quantità di moto con un approccio ai volumi finiti.

Queste tesi sono particolarmente consigliati per studenti:

- interessati alla fluidodinamica computazionale (che si presta ad applicazioni in molti campi oltre a quello dell'idraulica ambientale)
- Interessati a tesi modellistiche che riguardino aspetti applicativi di interazione fluido/strutture e all'utilizzo di software 3D





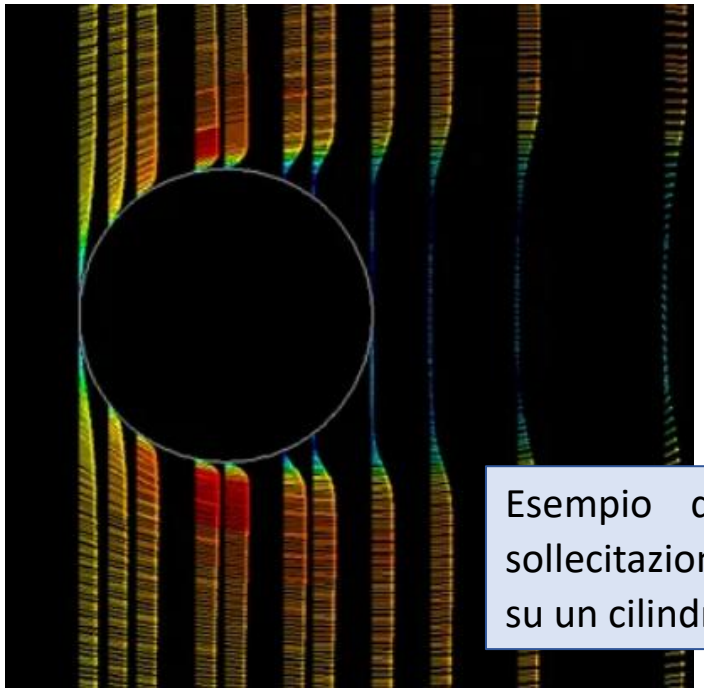
Esempio di campi di moto a superficie libera 3D riprodotti con un software Flow3D-Hydro

3A – MODELLO DI TRASPORTO DI ELEMENTI GALLEGGIANTI

Domanda di ricerca: quale è la sollecitazione di materiali galleggianti come tronchi presenti nel lago e soggetti ad un campo di vento e di correnti?

Attività

- Analisi della sollecitazione idrodinamica di un singolo tronco al variare delle condizioni presenti (campo d'onda, vento, correnti, forma, livello di sommergenza, orientazione etc) per individuare un modello semplificato appropriato.
- Riproduzione numerica di alcuni studi condotti in laboratorio o, in alternativa, realizzazione di misure sul lago volte a testare la bontà del modello oppure mediante i risultati di un modello tridimensionale CFD



Esempio di studio della sollecitazione idrodinamica su un cilindro galleggiante



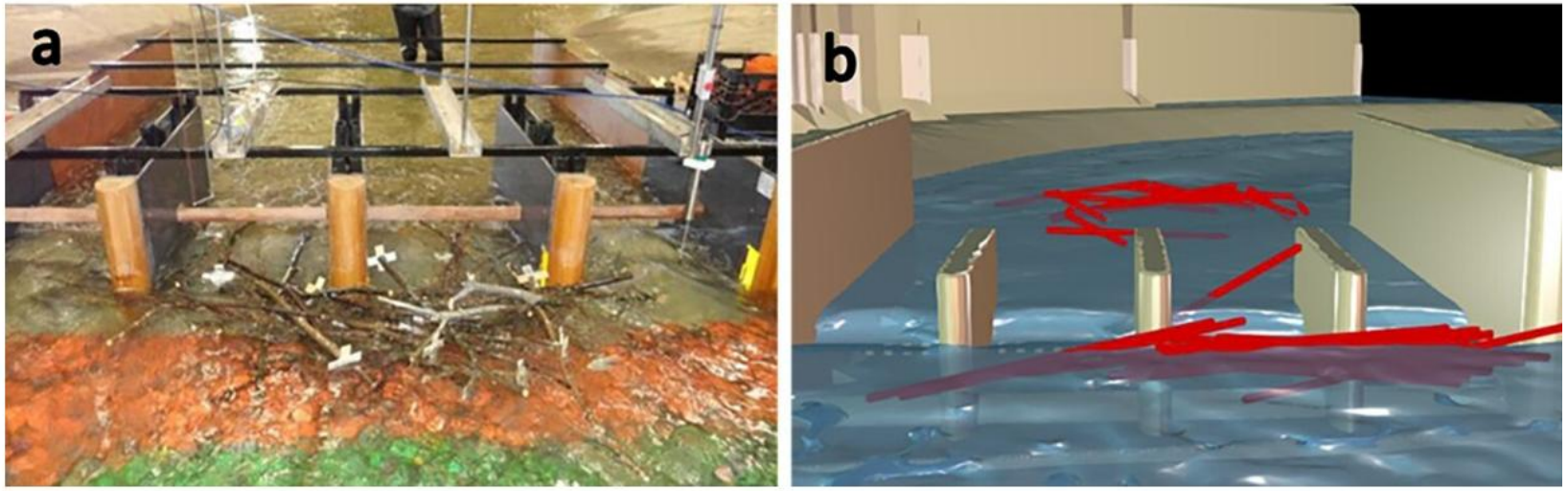
Immagine di tronchi alla foce del Sarca sul lago di Garda a seguito di una piena

3B – MODELLO DI TRASPORTO DI TRONCHI

Domanda di ricerca: quali sono i meccanismi che governano l'equilibrio e il trasporto di materiali galleggianti come i tronchi presenti nel lago e soggetti ad un campo di vento e di correnti?

Attività

- Modellazione del trasporto di gruppi di troNchi soggetti ad assegnate condizioni idrodinamiche e studio della loro propagazione anche in relazione all'interazione con strutture di contenimento



Confronto fra il trasporto di tronchi conseguente all'interazione con una struttura idraulica in modello fisico (sinistra) e numerico (destra). https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19942060.2026.2682105#d1e193