

Linea 1.3

Modellazione numerica integrata del sistema bacino scolante-laguna-mare

Marco Marani (UniPD-DICEA)

Responsabili di WP: Marco Bajo (CNR-ISMAR), Luca Carniello (UniPD-DICEA), Michol Ghezzi (CNR-ISMAR), Donata Melaku Canu (OGS)

Presentazione dei risultati delle ricerche
Venezia, 12 gennaio 2023



Le attività della linea 1.3 hanno riguardato

- Lo sviluppo e la validazione di modelli operativi in tempo reale per la descrizione della circolazione e del trasporto di sostanze all'interno della laguna;
- Lo sviluppo di metodi di assimilazione delle osservazioni nei modelli di circolazione;
- Sviluppo e validazione di modelli idrologici e del trasporto del bacino scolante
- La messa a punto di modelli accoppiati laguna-bacino scolante (Dese e Osellino)
- Lo sviluppo e validazione di modelli del bilancio d'energia per la colonna d'acqua
- L'estensione e validazione di modelli biogeochimici accoppiati a modelli di circolazione
- Validazione e applicazione di modelli di trasporto di sedimenti per la valutazione del bilancio lagunare dei sedimenti
- Benchmarking dei modelli di circolazione lagunare esistenti
- Valutazione del bilancio dei sedimenti a scala di laguna attraverso lunghe simulazioni
- Valutazione degli effetti delle chiusure del mose su circolazione, bilancio di sedimenti, processi biogeochimici



Modello Operativo ISSOS (CNR – M. Bajo)

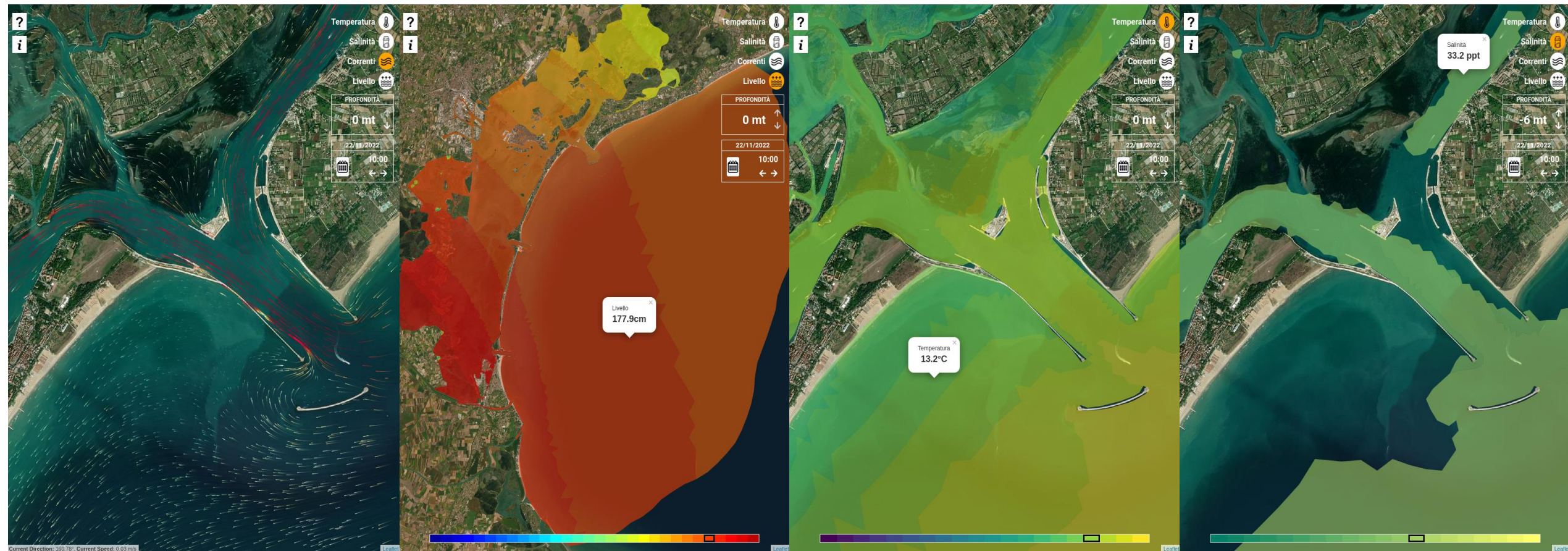
- Interfaccia disponibile all'indirizzo: <https://issos.ve.ismar.cnr.it/>;
- Predisposto per l'assimilazione dei dati osservati in tempo reale
- 3 giorni di previsione e storico disponibile.

CORRENTE

LIVELLO

TEMPERATURA

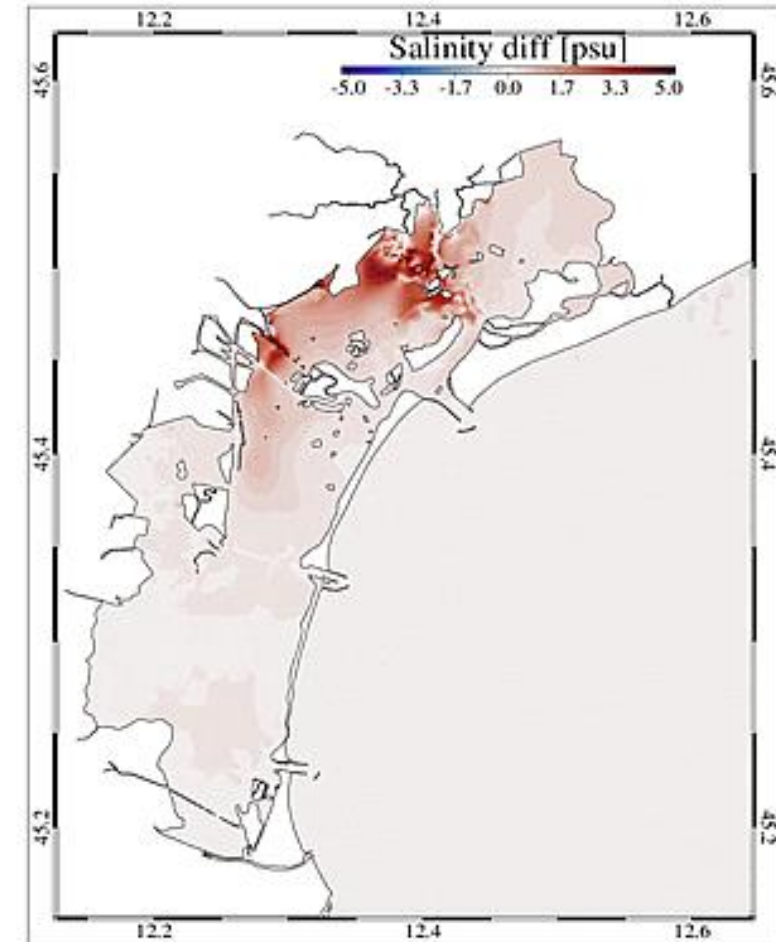
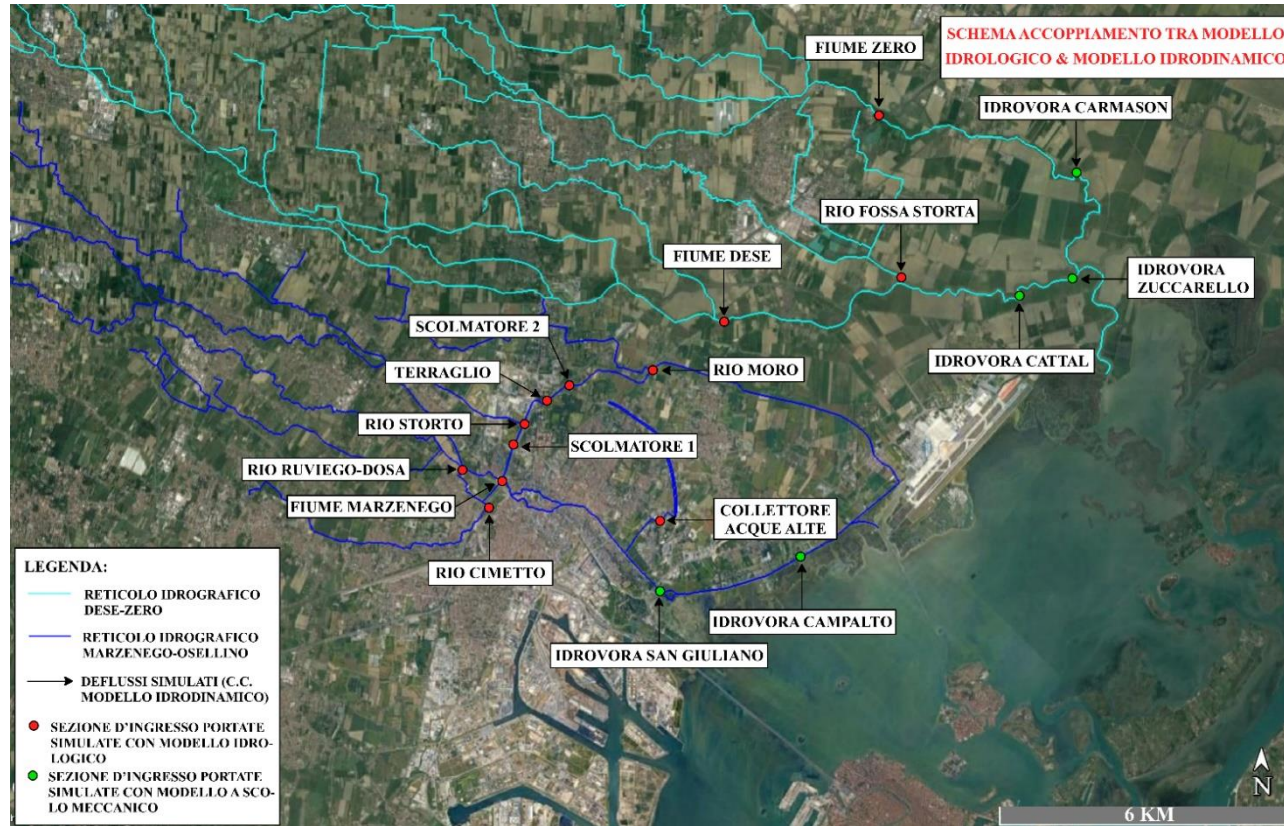
SALINITA' A 6 METRI





Integrazione di modelli (M. Ghezzi, CNR ISMAR)

- Estensione della griglia ai punti di chiusura dei bacini
- Simulazione forzata da portate modellate variabili e non da valori nominali costanti



Colmi di portata ben rappresentati.

Uso portate calcolate dal modello idrologico permette miglioramento performance

Modello vs. Misure SAMANET:

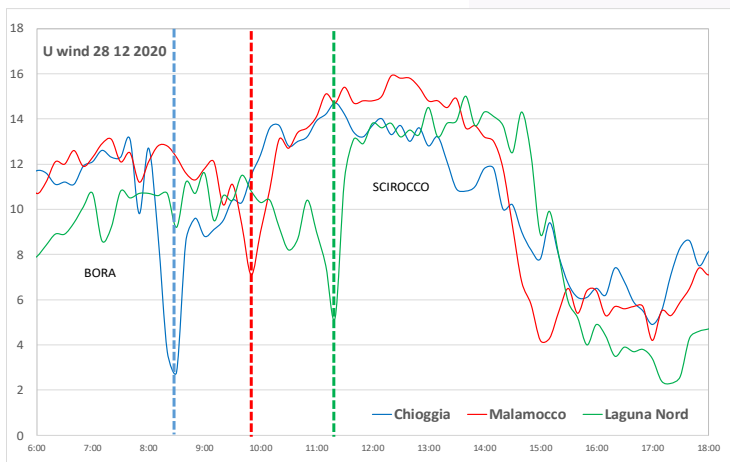
Temperatura - differenze poco significative

Salinità – variazioni oltre 5 PSU.

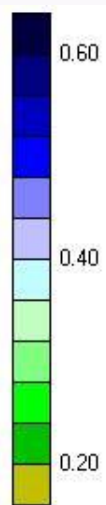


Quantificazione e caratterizzazione degli scambi di sedimenti tra mare e laguna - Effetto delle chiusure alle bocche (Resp. L. Carniello)

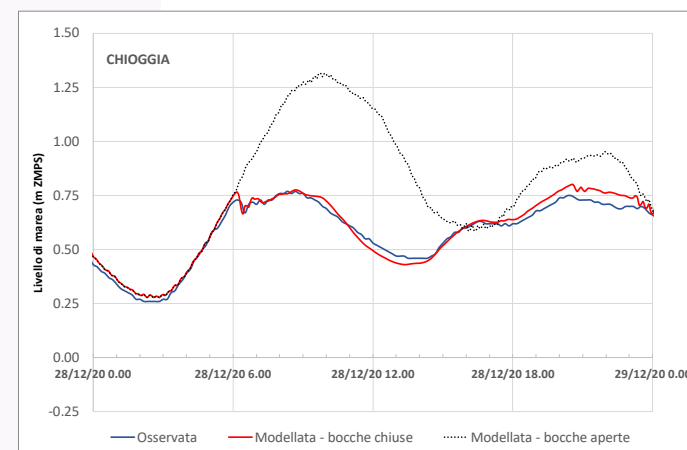
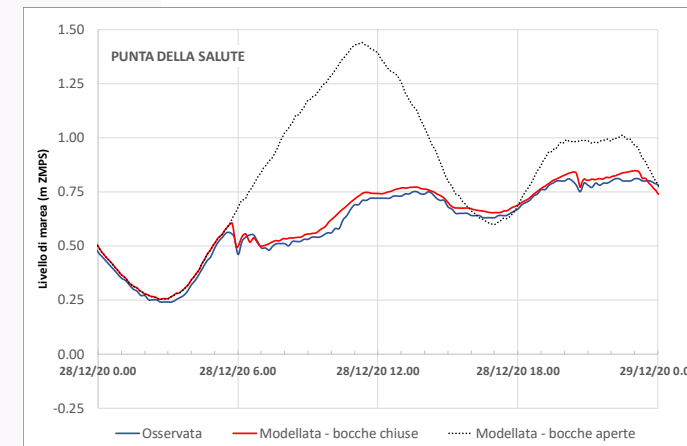
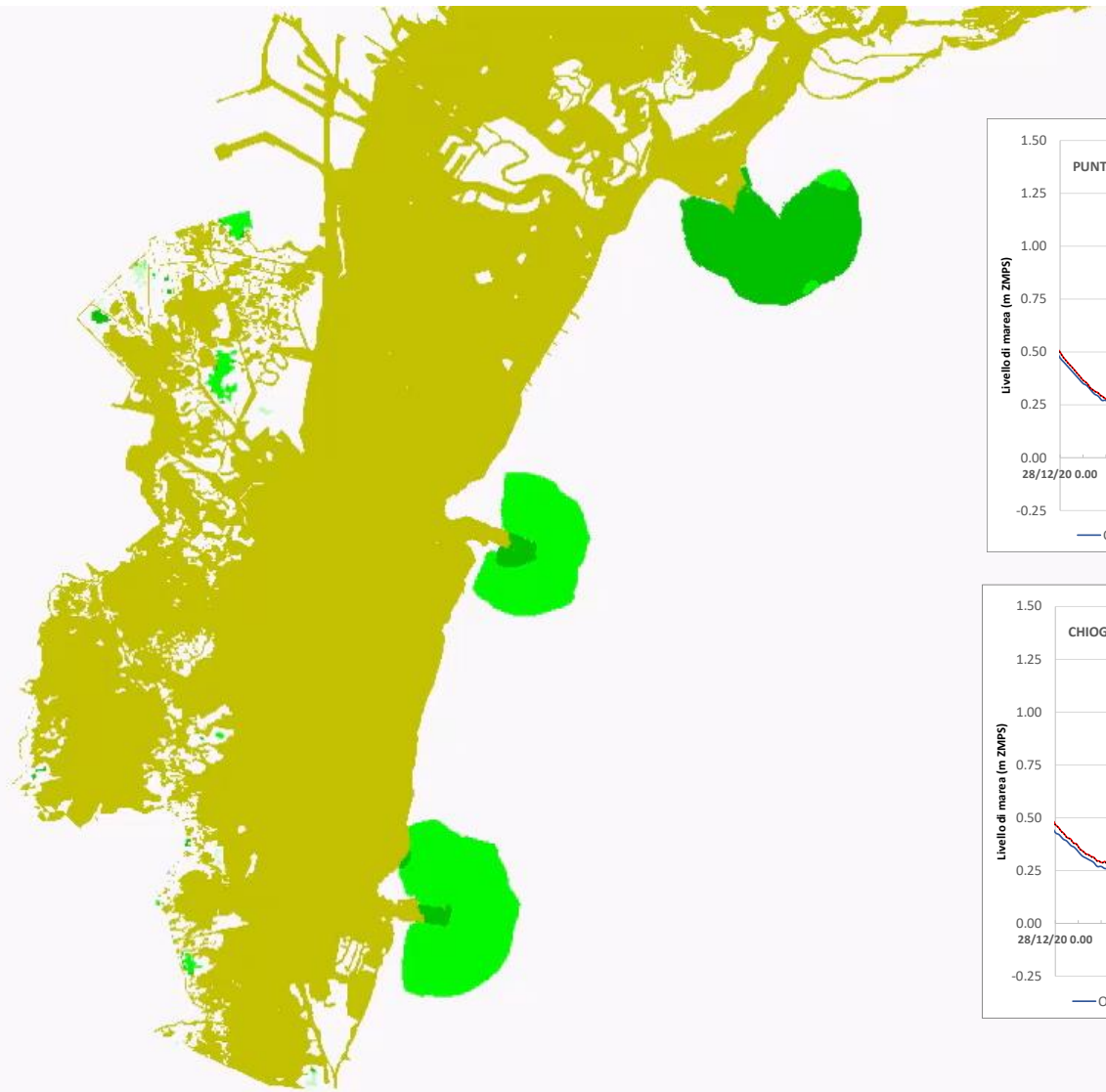
➤ Dinamica dei livelli interni durante la chiusura del 28 dicembre 2020 (vento intenso e con rapide variazioni di direzione)



Livello
[m s.m.m.]



t= 4.000





Valutazione degli effetti delle misure previste dal Piano Morfologico Laguna di Venezia (PMLV)

**Interventi Prioritari previsti dal proposto
PMLV:**

Strutture per limitare il trasporto di sedimenti

→ **Stima dei benefici prodotti da tali interventi
sulla base di simulazioni numeriche della
durata di un anno, usando le forzanti meteo-
marine caratteristiche dell'anno tipico.**

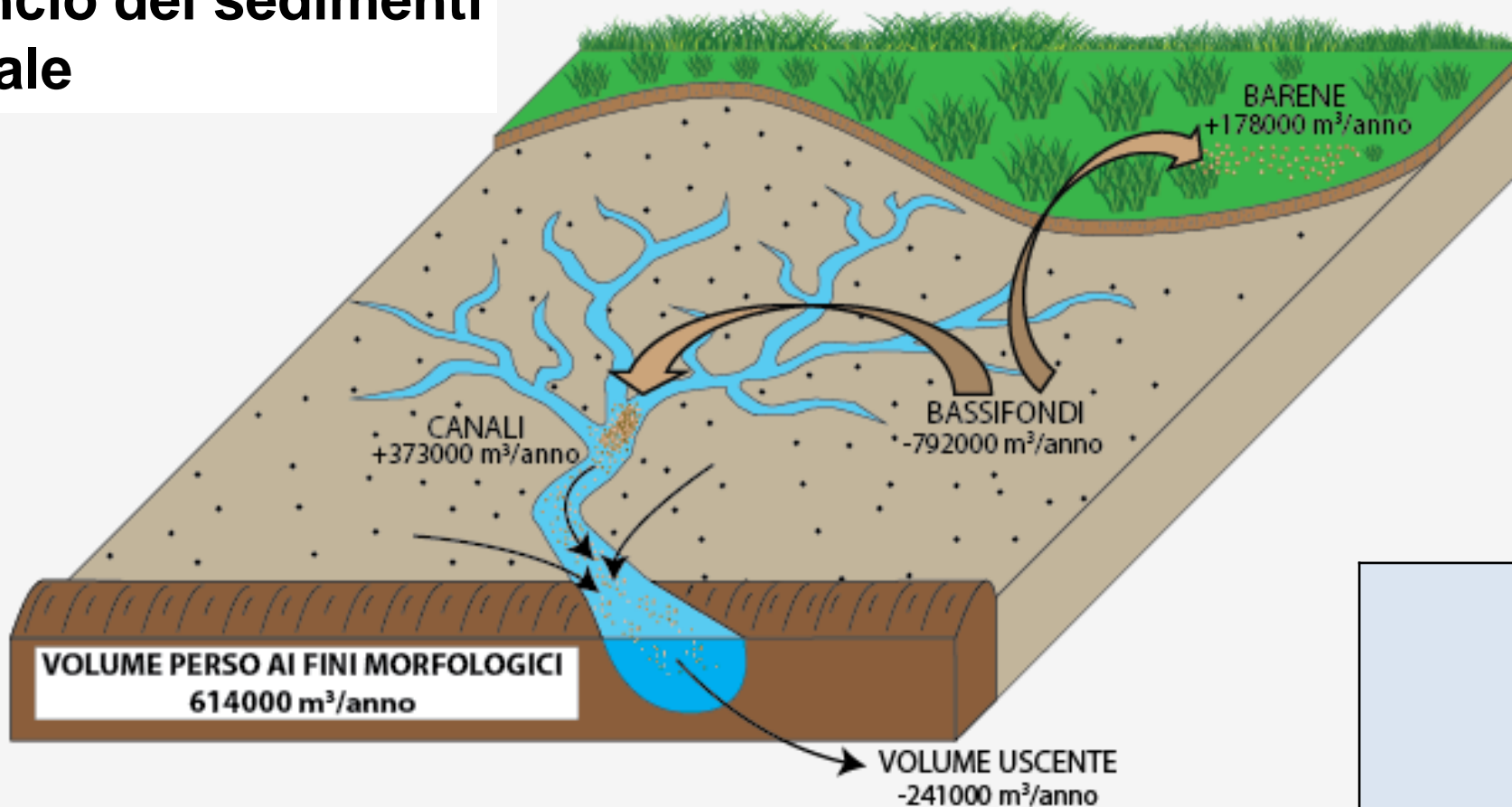


La conservazione della morfologia



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Bilancio dei sedimenti attuale



	Sedimenti Erosi/Depositati [m ³ /anno]	
	Stato Attuale	Piano Morfologico
Vol. Sedimenti «perso» ai fini Morfologici	-614000	-179000

Eventi erosivi e bilancio di sedimenti



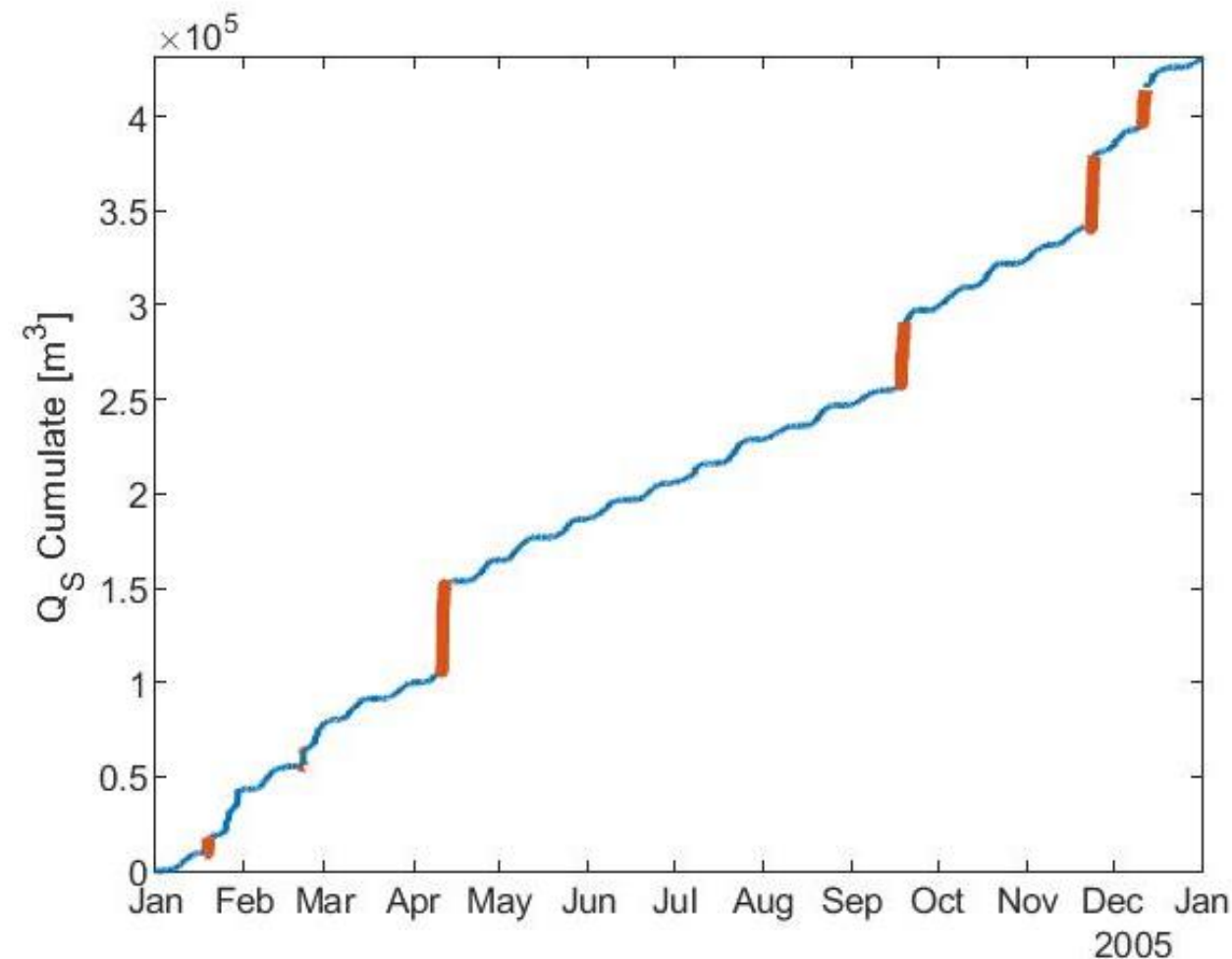
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



PORTATE SOLIDE USCENTI DALLE BOCCHE

Per anno di riferimento (2005):

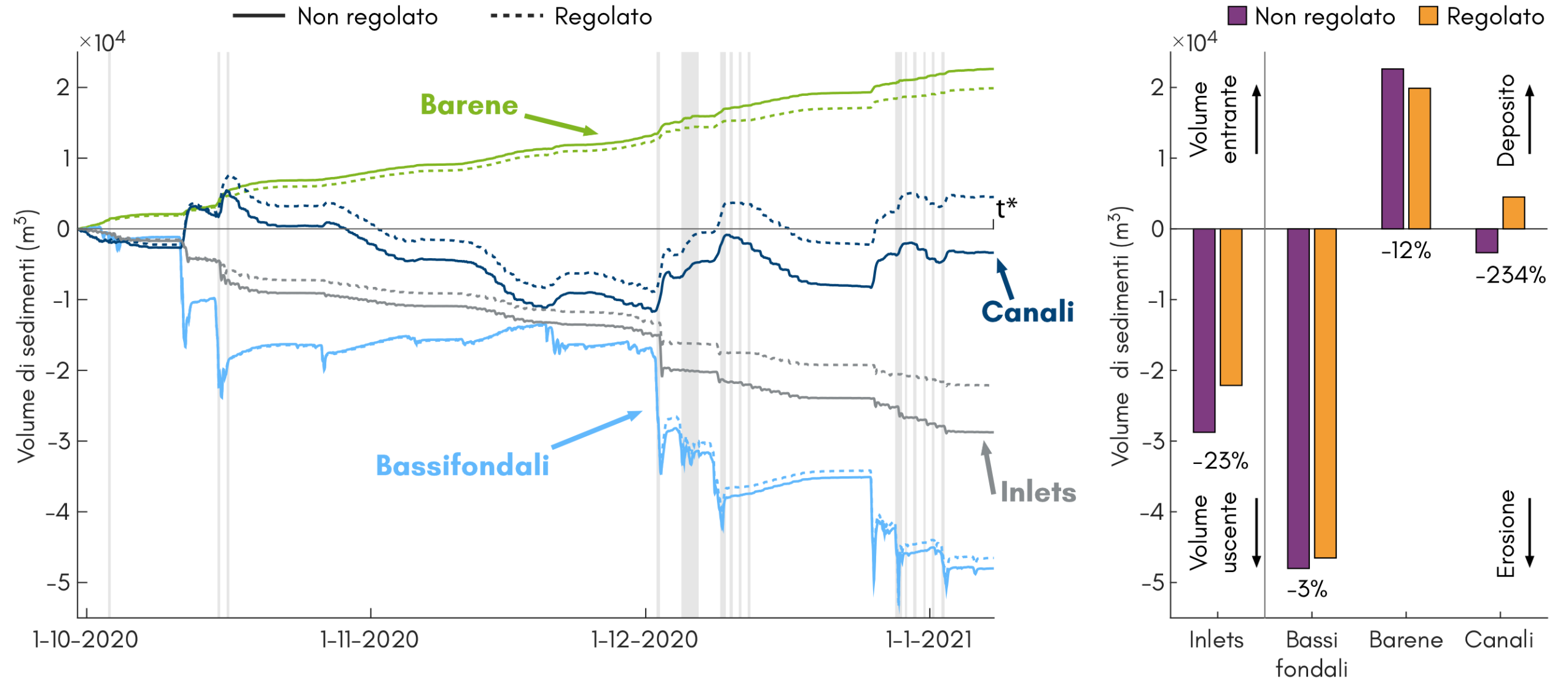
→ 32% del volume totale uscito dalle bocche è concentrato in pochi giorni corrispondenti agli eventi meteo intensi.





Effetti del MoSE sulla morfologia lagunare (UniPD – DICEA)

Chiusure riducono resilienza delle barene a innalzamento del medio mare

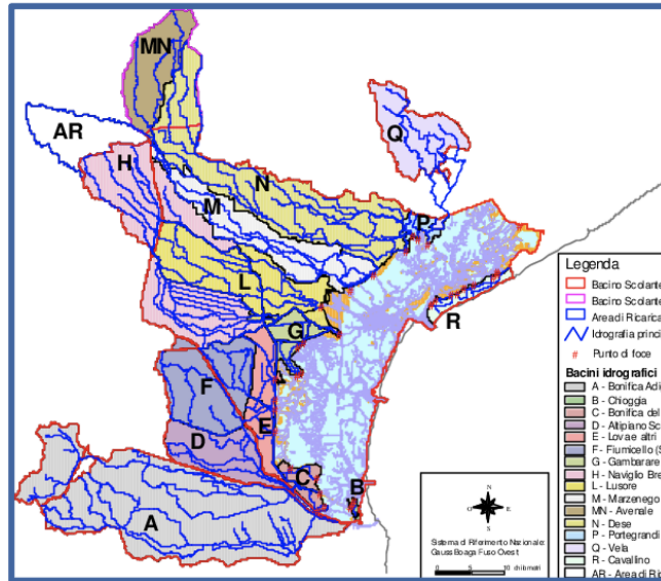




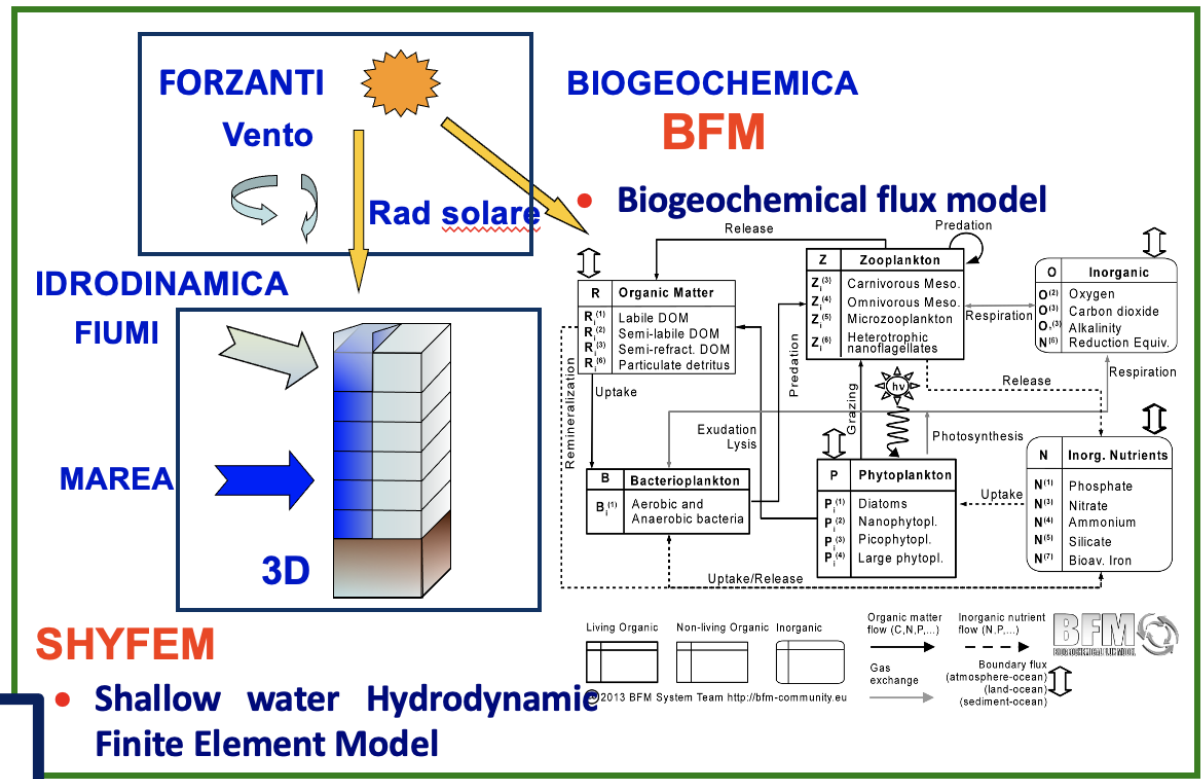
Qualità delle acque: modello biogeochimico SHYFEM-BFM (OGS)

Finalità : riprodurre la biogeochimica della Laguna di Venezia degli anni 2005, 2008 e 2019

Risultati: Analisi anomalie delle variabili biogeochimiche per scenari di chiusure del MoSE con livelli +25



$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = -U \cdot \nabla c_i + (-1)^{n+1} k_h \nabla_h^{2n} c_i + \frac{\partial}{\partial z} \left[k_v \frac{\partial c_i}{\partial z} \right] + w_{si} \frac{\partial c_i}{\partial z} + R_{bio}(c_i, c_1 \dots c_N, T, I \dots)$$



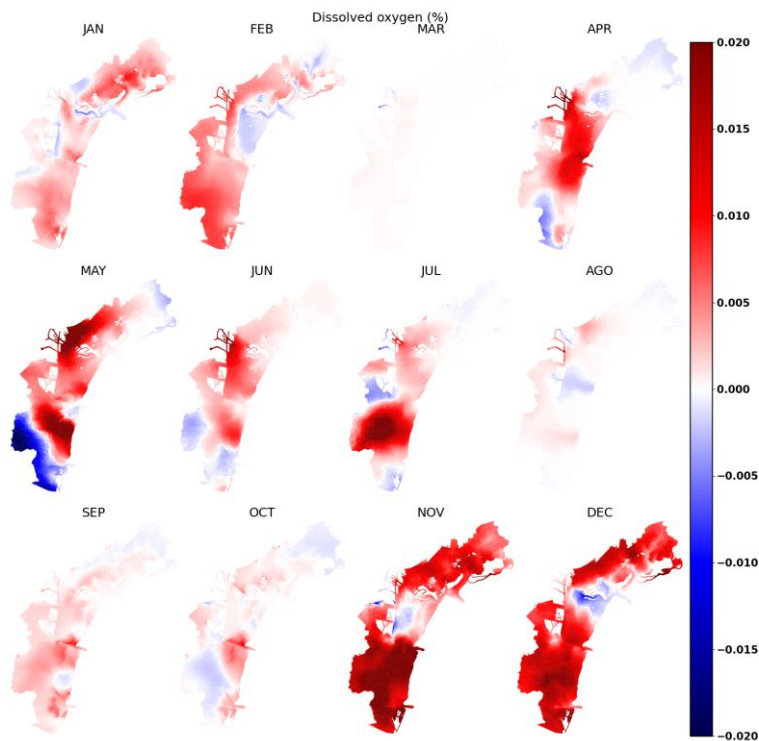
<https://github.com/SHYFEM-model/shyfem>
<https://cmcc-foundation.github.io/www/bfm-community.eu/>



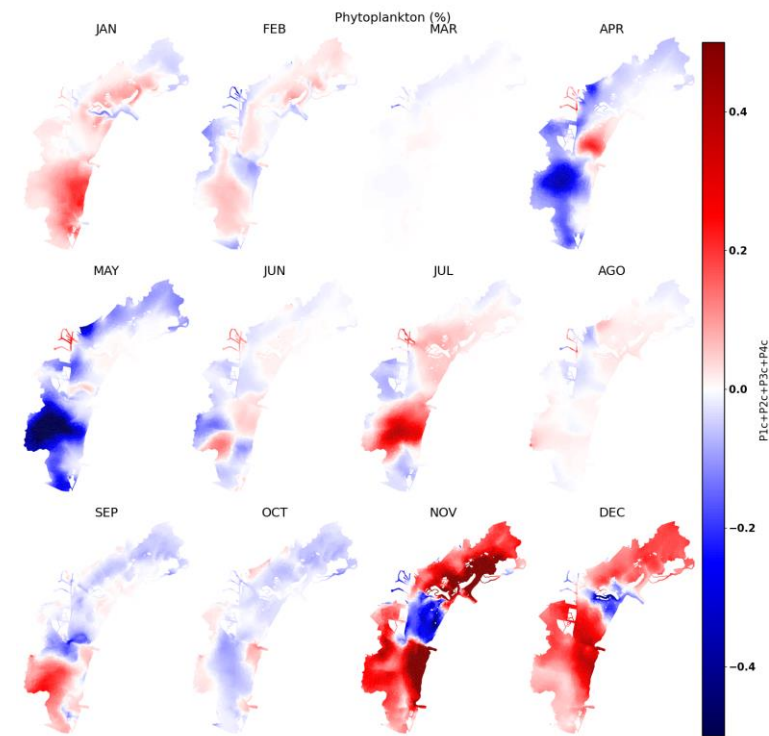


Valutazione del cambiamento nella qualità delle acque con e senza MoSE (+ 25 cm): modello biogeochimico (OGS)

Risultati: Analisi anomalie delle variabili biogeochimiche per scenari di chiusure del MoSE con livelli +25



Anomalia percentuale (media mensile) **Ossigeno disciolto** tra le due simulazioni con e senza chiusure del Mose nello scenario +25 (range +/-10%)



Anomalia percentuale (media mensile) concentrazione **Fitoplancton** tra simulazioni con e senza chiusure del Mose nello scenario +25 (range +/-20%)

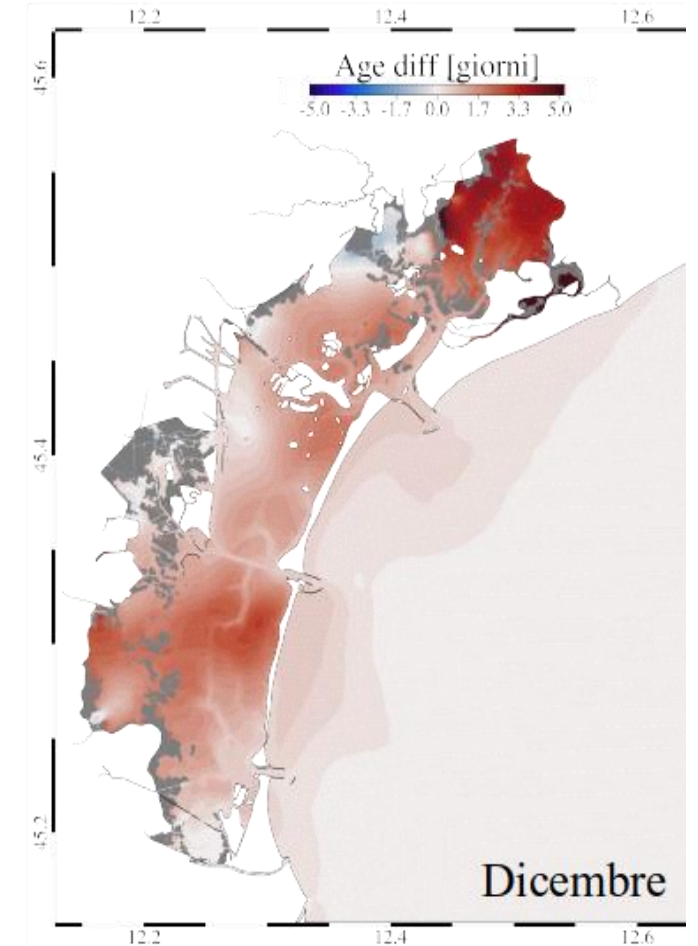
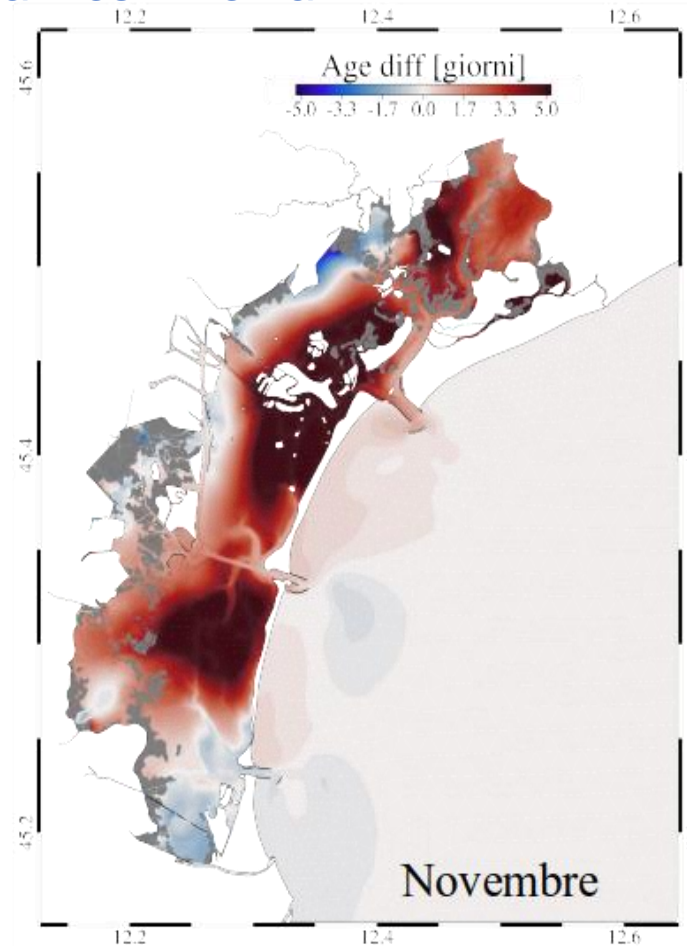
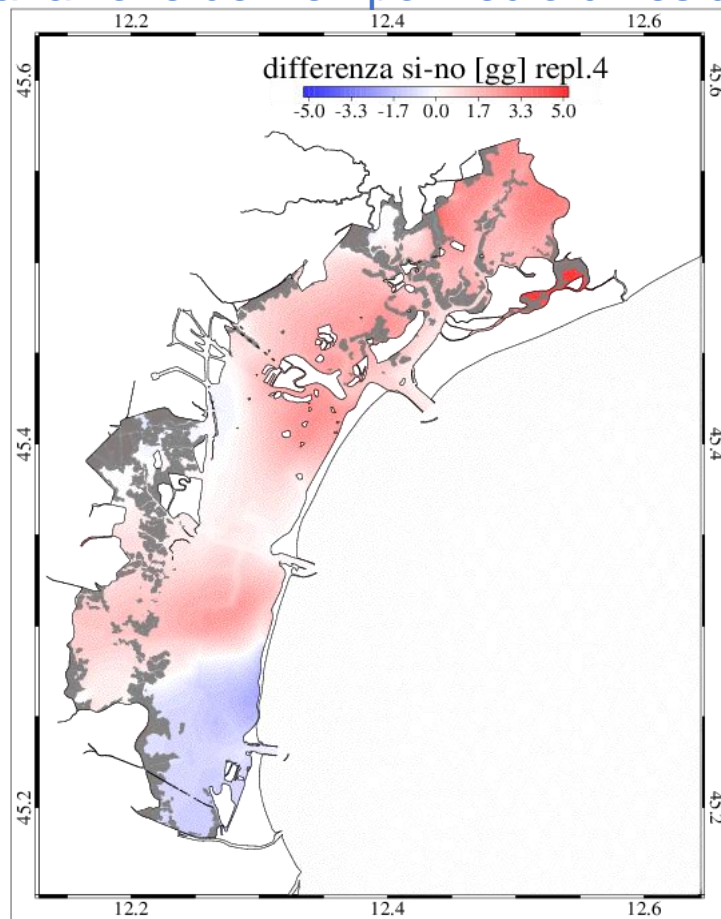


Cambiamento dei tempi di residenza legati alle chiusure del MoSE (OGS)

Variazione delle scale di trasporto tra uno scenario ipotetico di uso delle barriere mobili conservativo un anno di riferimento (2019) .

Variazione del Tempo medio di residenza mesi invernali

Variazione età mesi invernali



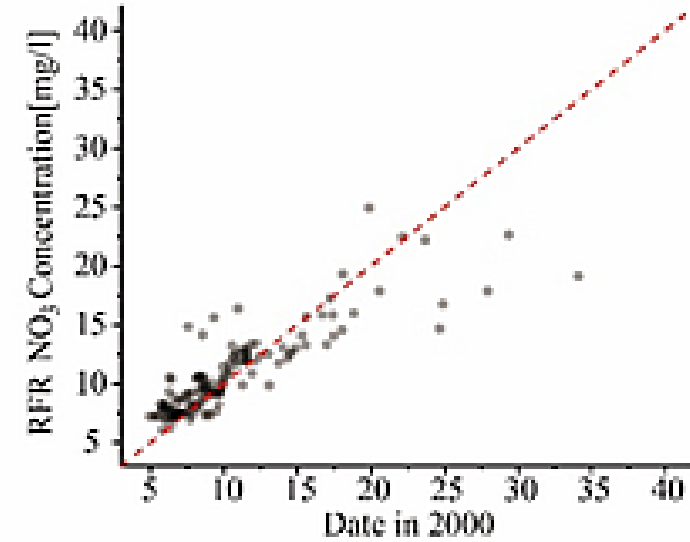
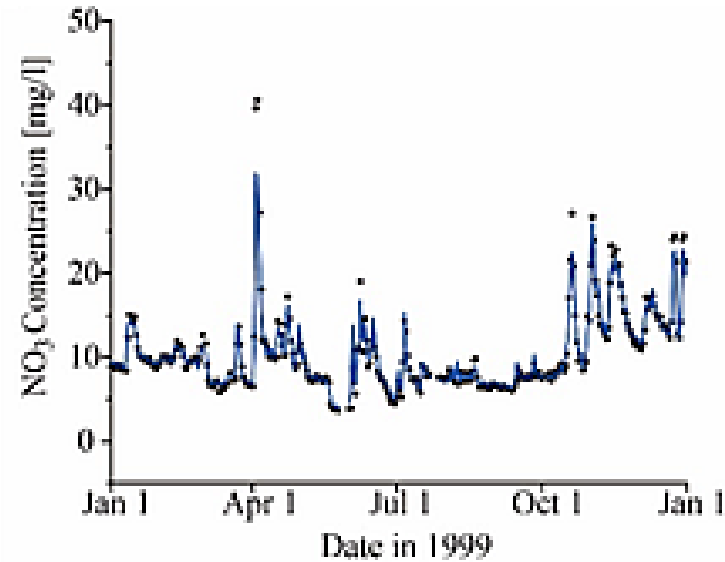
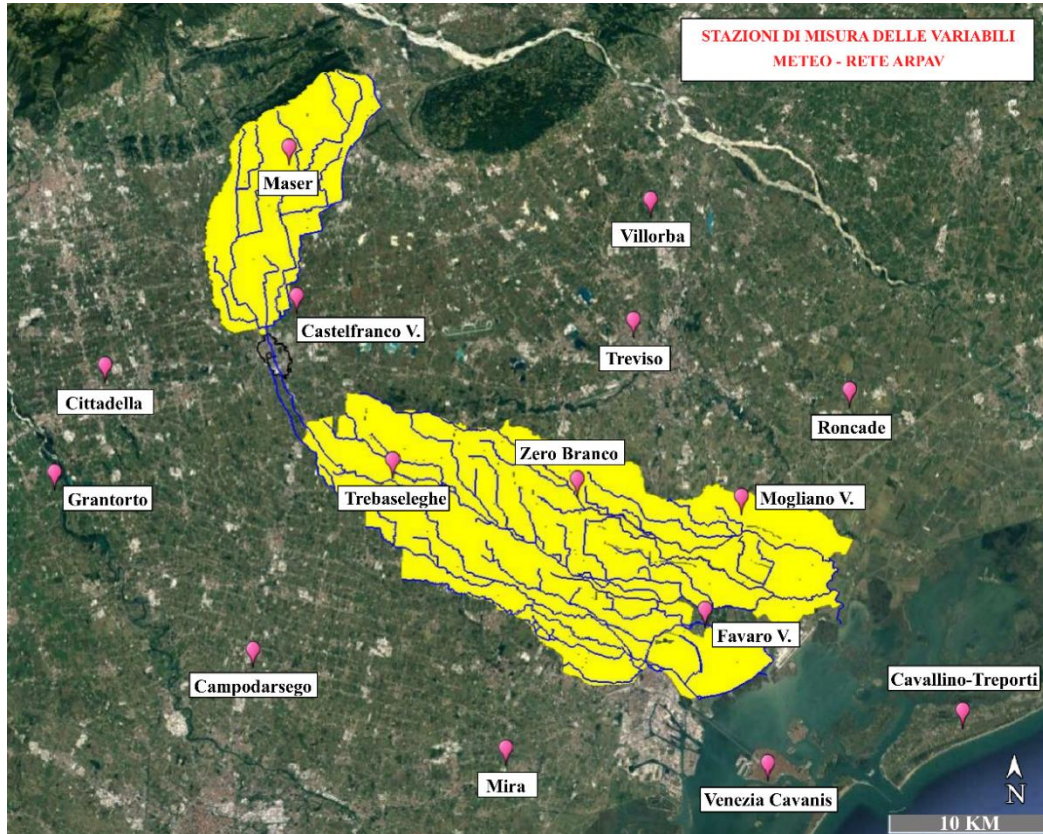


Tra molti risultati, alcune conclusioni e prospettive

- Le morfologie lagunari perdono più di 600.000 m³/anno;
- Gli interventi previsti nell'aggiornamento al piano morfologico permetterebbero di risparmiarne più di 400.000 m³/anno;
- Erosione avviene in larga parte durante eventi tempestosi: il MoSE può certamente interferire con il bilancio dei sedimenti;
- - La riduzione dei tiranti durante le chiusure del MoSE riduce significativamente l'apporto di sedimenti alle barene;
- Modelli suggeriscono ambiti nei quali le operazioni del MoSE è maggiormente impattante: livelli, morfologia e sedimenti, tempi di rinnovo dell'acqua.
- Gestione del MoSE deve ottimizzare la difesa della città, ma possono minimizzare l'impatto sulla morfologia lagunare.
- Strumenti per la valutazione degli effetti del MoSE in scenari di cambiamento climatico



Calibrazione e applicazione modello flusso e trasporto al bacino del fiume Dese (1999 e 2000) (UniPD DICEA, Geoscienze e UniVE)





Intercalibrazione e Validazione Luca Carniello (UNIPD)

partecipanti: UNIPD, CNR-ISMAR, OGS

Risultati numerici VS Misure in-situ

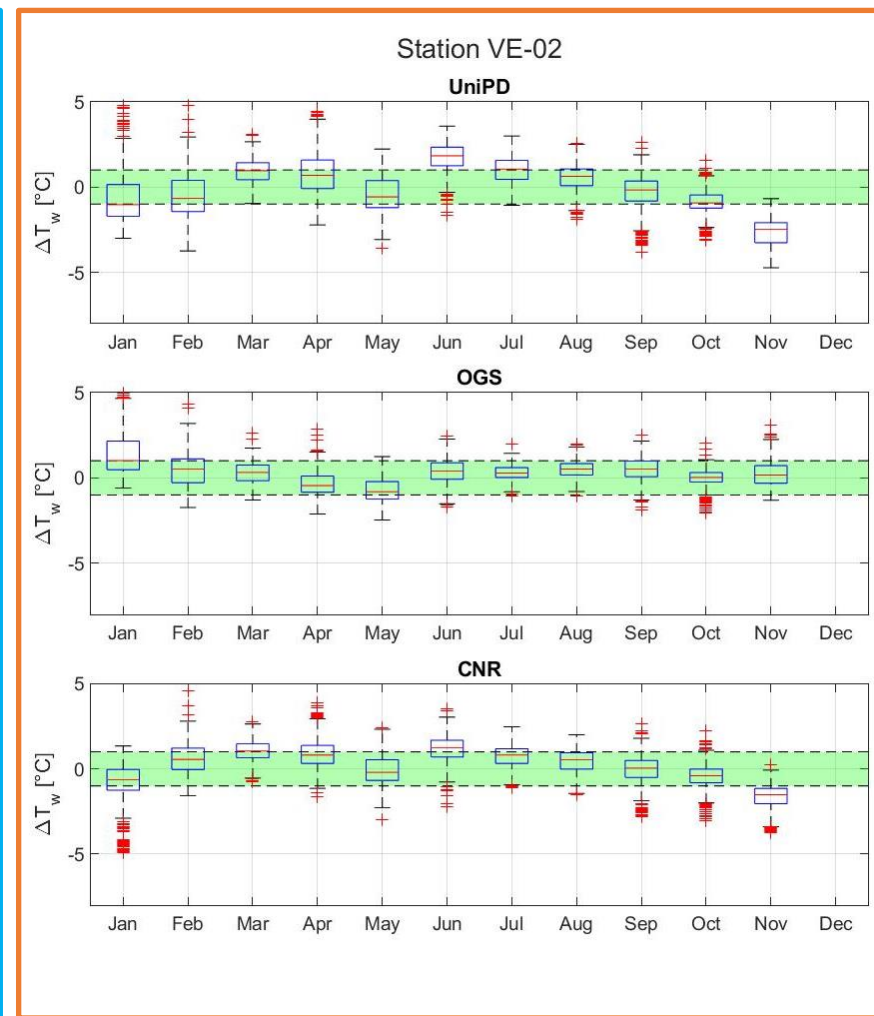
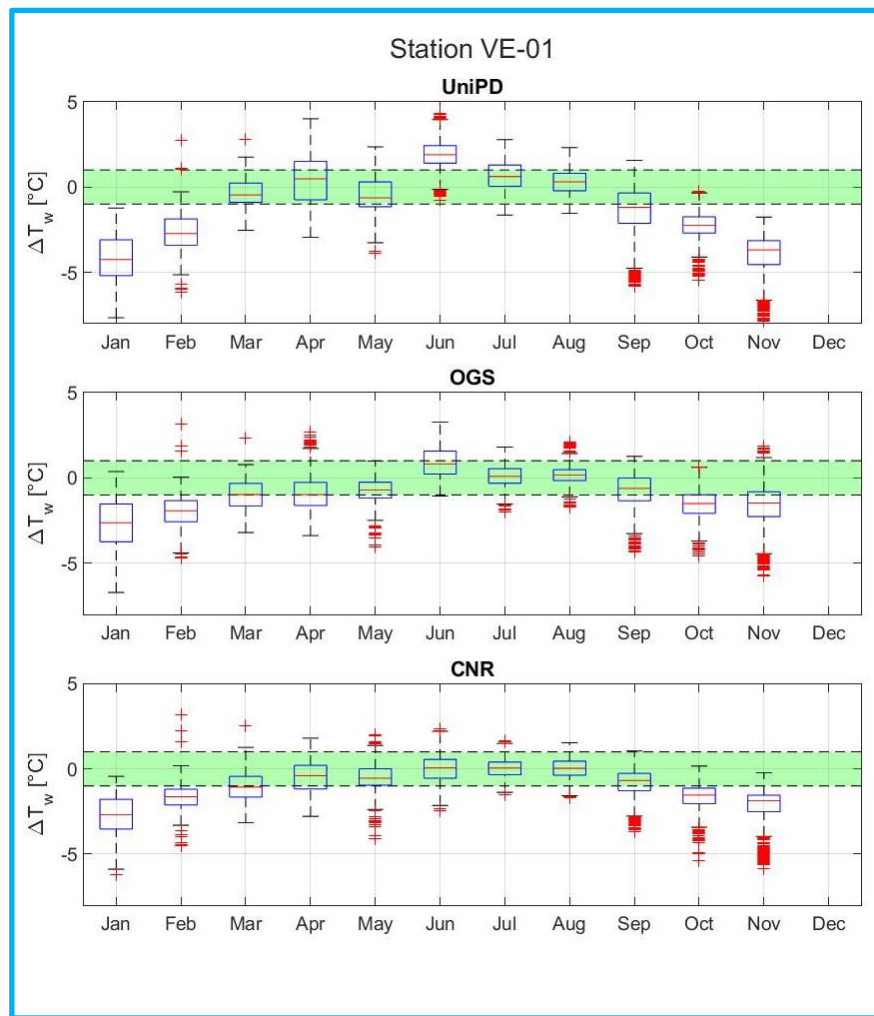
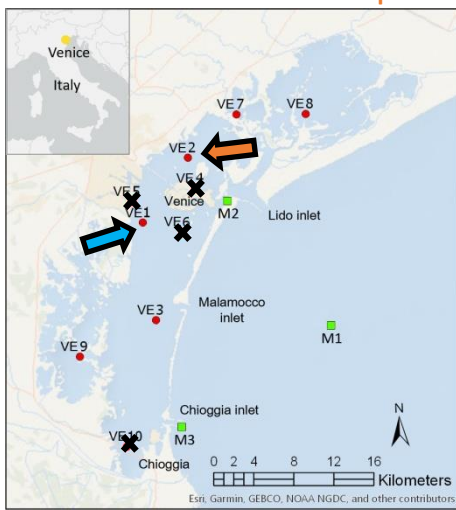
Analisi statistica a scala mensile della

$$\Delta T_w = T_w^{MOD} - T_w^{OBS}$$

In genere $|\Delta T_w| < 1^\circ\text{C} \rightarrow$ I modelli descrivono in modo soddisfacente la dinamica temporale del processo

$\Delta T_w < 1^\circ\text{C}$ solo presso la stazione VE-01: Stazione collocata in prossimità del polo industriale di Marghera \rightarrow emissioni termiche dovute ad attività produttive

Sottostima T_w nei mesi invernali: dovuta ad assenza di scambio termico acqua-fondale?





Benchmarking dei Modelli

Risultati Numerici VS Rilevazioni Satellitari

Confronto tra distribuzione spaziale di T_w modellata e rilevata da satellite in specifici istanti di acquisizione.

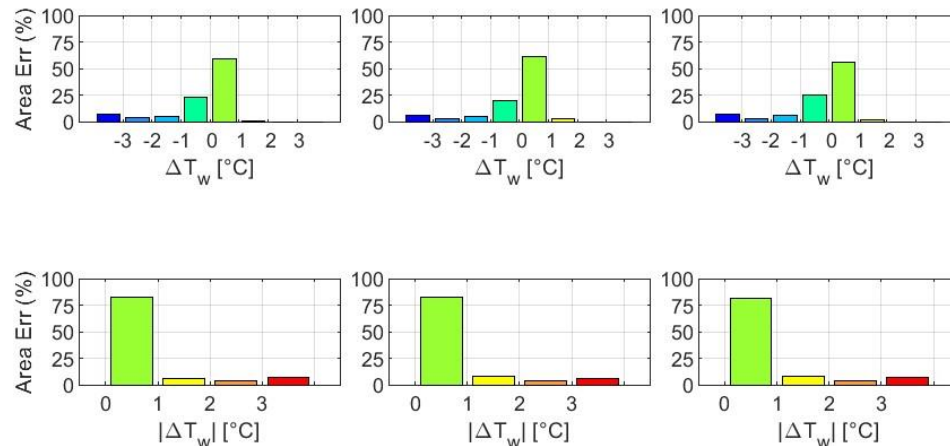
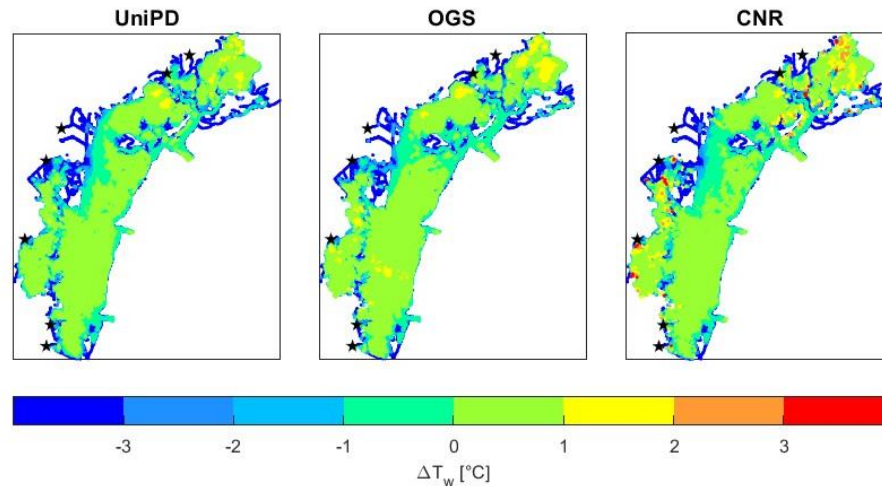
$$\Delta T_w = T_w^{MOD} - T_w^{OBS}$$

$|\Delta T_w| < 1^\circ\text{C}$ sul 60% della superficie lagunare in primavera e estate

In prossimità di zone asciutte il dato satellitare fornisce informazioni fuorvianti → sottostima di T_w apparente.

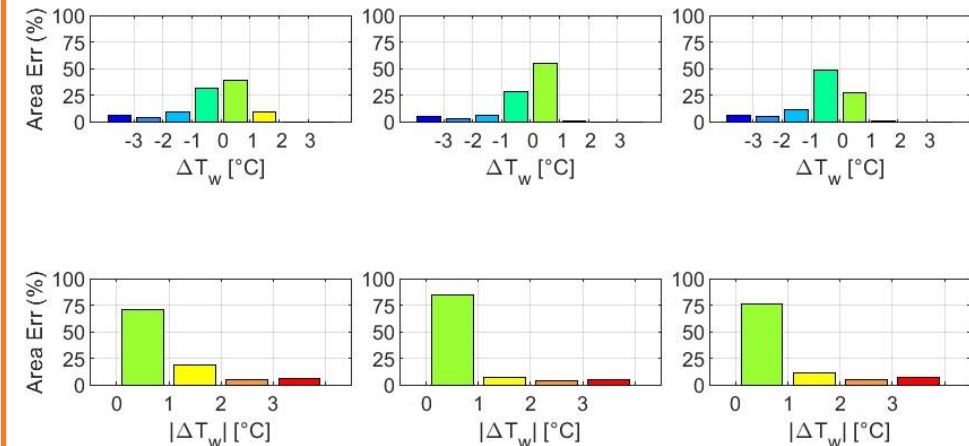
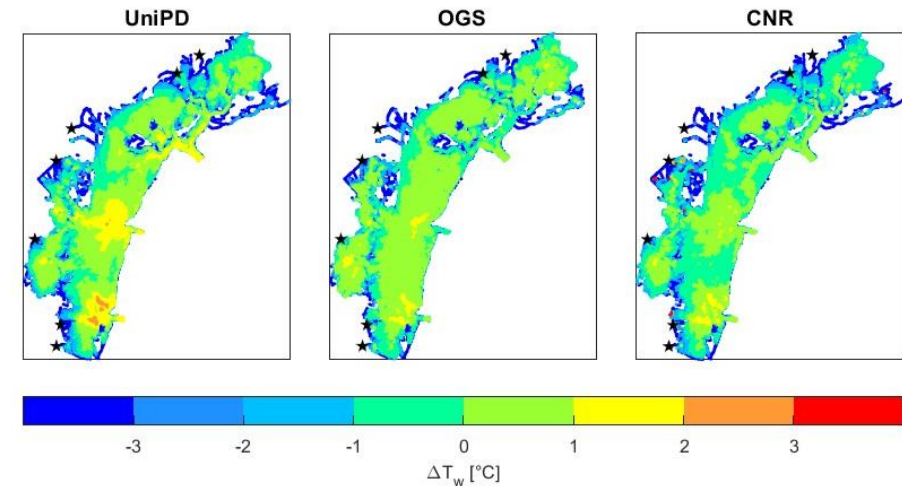
Primavera

ΔT_w Spatial Distribution: 2019/03/22 10:00



Estate

ΔT_w Spatial Distribution: 2019/08/20 10:00





Modello biogeochimico anno 2005 azoto e carbonio (OGS)

Finalità : riprodurre processi biogeochimici in Laguna di Venezia (validazione negli anni 2005, 2008 e 2019)

