



Venezia2021
Programma di ricerca scientifica
per una laguna "regolata"



Linea di ricerca 2.2

Inquinanti prioritari e rilascio di sostanze pericolose dal sedimento

Donata Canu



OGS

Istituto Nazionale
di Oceanografia
e di Geofisica
Sperimentale

Presentazione dei risultati delle ricerche
Venezia, 12 gennaio 2023



Panel 2: Quale monitoraggio di acque e sedimento e quale riutilizzo del sedimento lagunare?



Studio delle dinamiche del mercurio (Hg) e del metilmercurio (MeHg) degli scambi tra sedimenti e acque, anossie

Ratio

Sistema MOSE

- temporanee riduzioni dell'idrodinamica e aumento dei tempi di ricambio delle acque

Cambiamenti climatici

- aumento della temperatura delle acque (fenomeni di ipossia/anossia)

Metodo

indagini di campo (carotaggi, camere bentiche), **studi di laboratorio** (analisi chimiche, microcosmi), **modellistica numerica** (modelli biogeochimici e potenziale bioaccumulo)

Obiettivi

migliorare la comprensione dei processi che favoriscono un rischio chimico e chimico-fisico (produzione e export dai sedimenti della specie tossica, MeHg e anossie) anche con analisi di scenario

Osservazioni e dati → Modelli e Analisi scenari → Indicatori → Visione strategica

Indagini di campo

Tasso di metilazione del mercurio

&

SEDIMENT OXYGEN DEMAND (SOD) sete di ossigeno nel sedimento della laguna di Venezia

*F.Acri, D.Cassin, L.Dametto, J.Dominik, S.Leoni, G.Magris, G.Manfè, D.Tagliapietra, R.Zonta (CNR ISMAR),
A.G. Bravo, Carla Pereira García (ICM CSIS), J. Loizeau, A.Gallorini (UNI Genève), C.Cosio (UNI Reims), D.Curiel
(SELC)*



CNR
ISMAR
ISTITUTO
DI SCIENZE
MARINE



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE



UNIVERSITÉ
DE REIMS
CHAMPAGNE-ARDENNE



SELC
biologia e geologia applicate



Venezia2021
Programma di ricerca scientifica
per una laguna "regolata"



Modello integrato del ciclo del mercurio

Canu Donata, Ginevra Rosati, Celia Laurent, Cosimo Solidoro



OGS

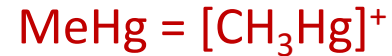
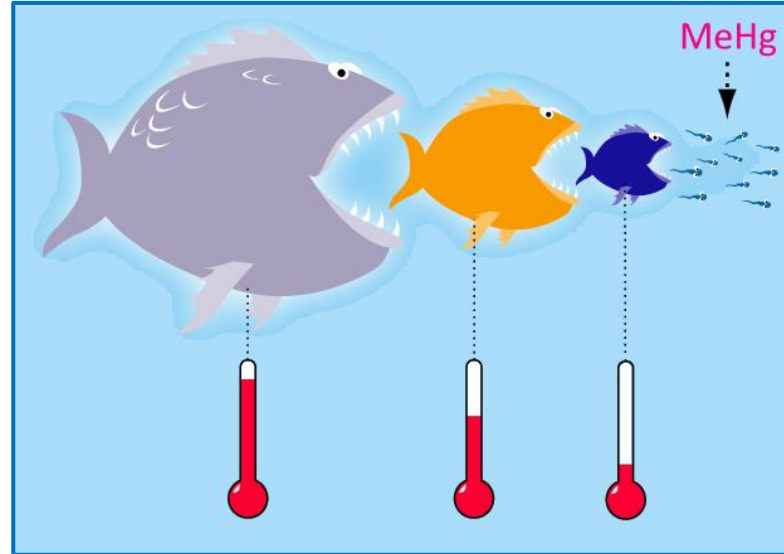
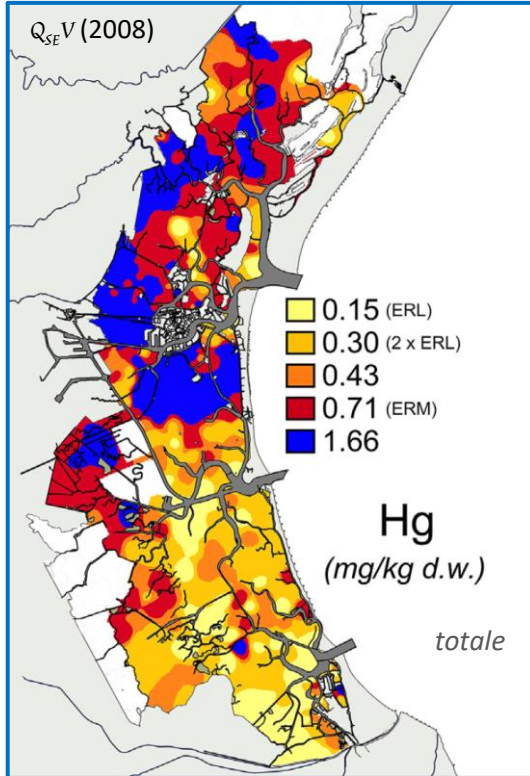
Istituto Nazionale
di Oceanografia
e di Geofisica
Sperimentale

Due processi investigati per la prima volta nella laguna di Venezia

Attraverso la **METILAZIONE** una percentuale del mercurio (**Hg**) presente nei sedimenti viene trasformata in metilmercurio (**MeHg**) e rilasciato alla colonna d'acqua

La Sediment Oxygen Demand (**SOD**) misura il consumo dell'ossigeno disciolto nella colonna d'acqua (**DO**) per effetto del sedimento (*«la sete di ossigeno del sedimento»*), ed è una componente essenziale del **bilancio del DO**

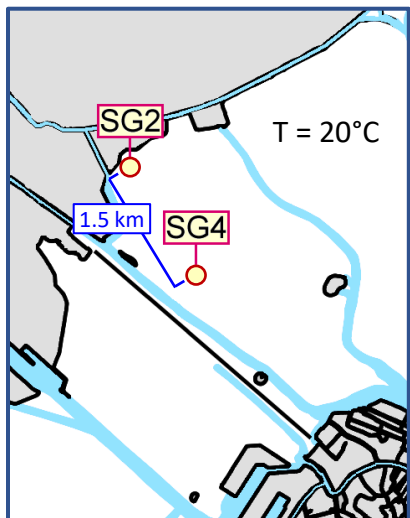
Perche il mercurio? Pericolosità del MeHg



- potente neurotossina rapidamente assimilata
- biomagnificata nella catena trofica
- processo pericoloso per la salute umana

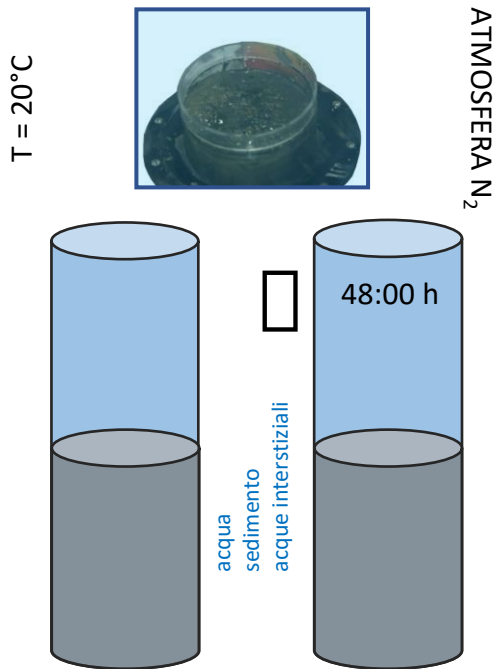
Produzione e rilascio di metilmercurio (MeHg) dal sedimento

SITI INVESTIGATI

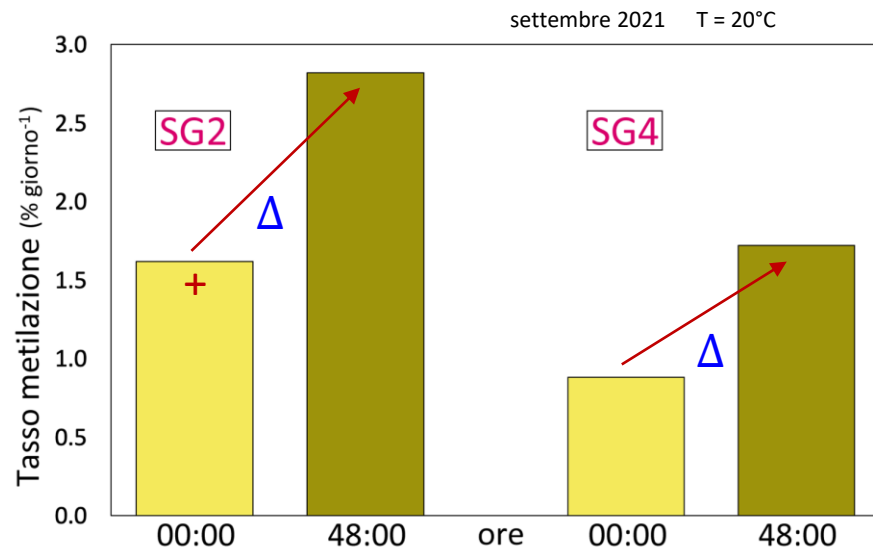


Prelevate 3 coppie di microcosmi in ciascun sito

TRATTAMENTO DEL CAMPIONE
IMMEDIATO INCUBAZIONE



3 REPLICHE



Il tasso di metilazione è più elevato nel sito più confinato
L'incubazione produce circa il raddoppio del tasso



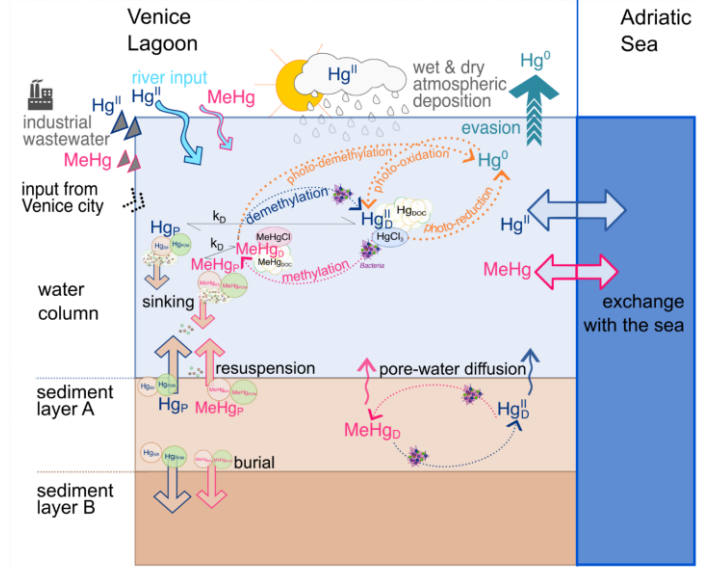
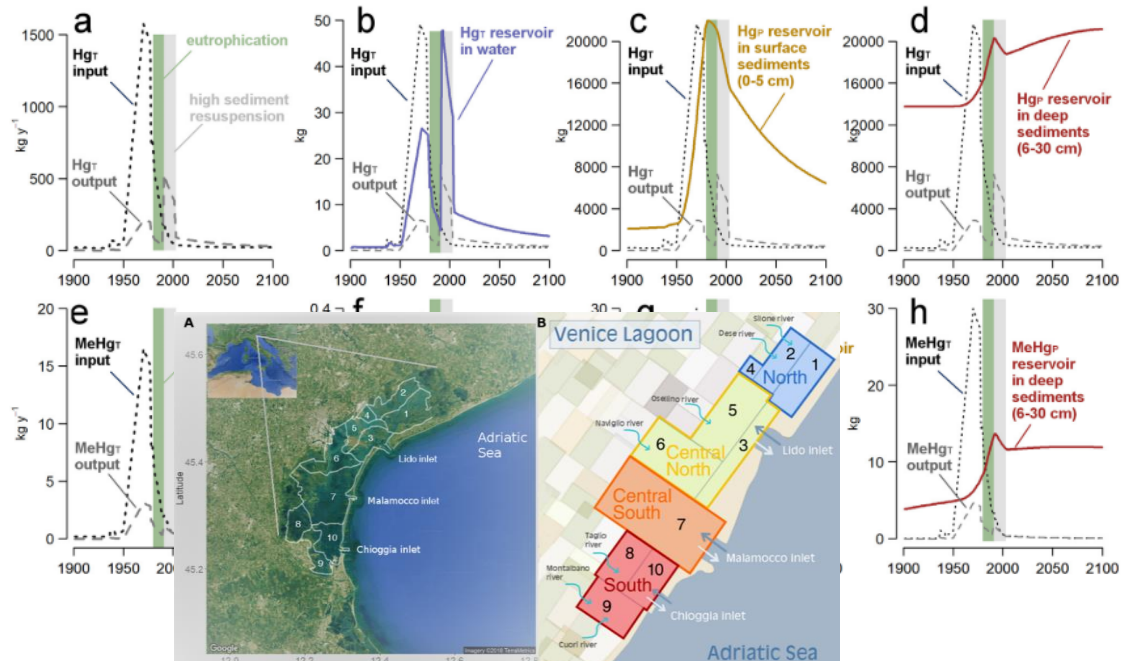
Rappresentazione storica del mercurio in Laguna con box-model



Rosati, G., Solidoro, C., Canu, D., 2020. Mercury dynamics in a changing coastal area over industrial and postindustrial phases: Lessons from the Venice Lagoon. *Sci. Total Environ.* 743, 1–15.

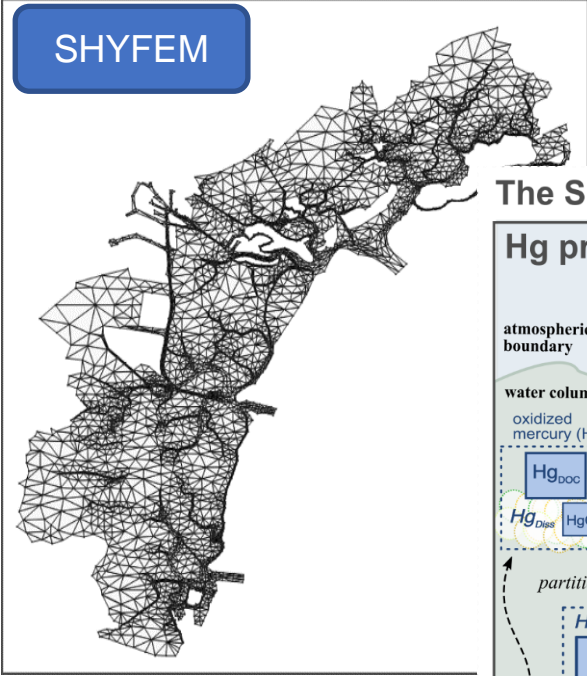
Dinamiche del Hg e MeHg in acque e sedimenti in risposta all'eutrofizzazione e all'aumento dei tassi di risospensione

Budget del Hg per il 2019

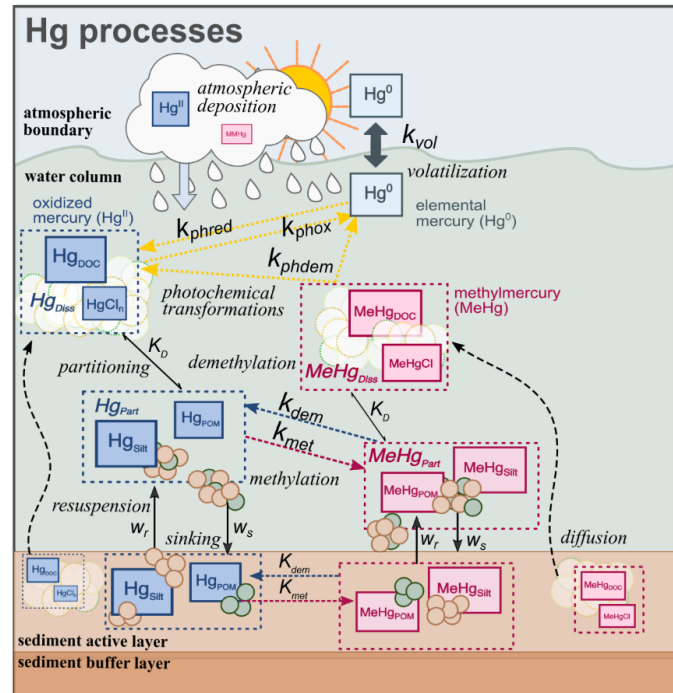




Il modello accoppiato Shyfem-Hg



The Shyfem-Hg Model for the Venice Lagoon



Idrodinamica della Laguna E modello del mercurio

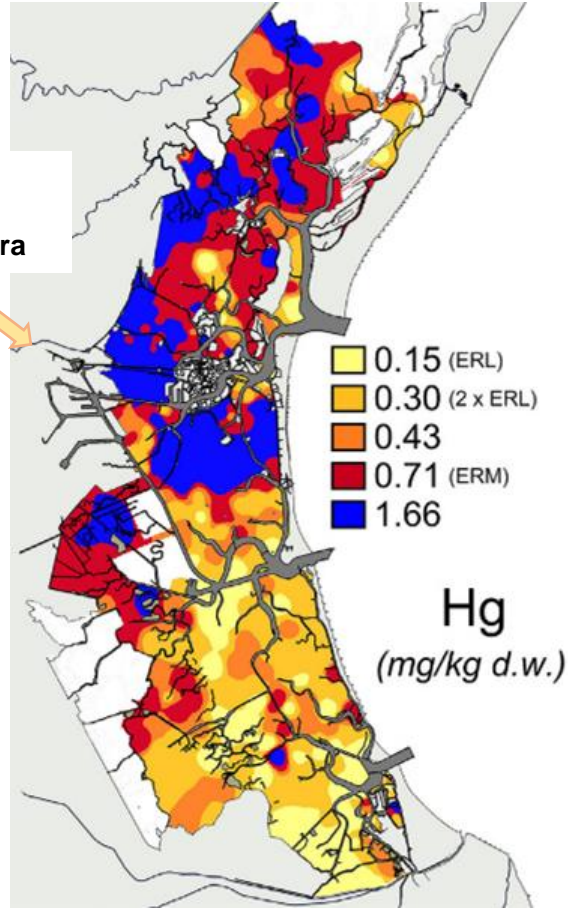
- le 3 specie del Hg (HgII, MeHg e Hg⁰) nell'acqua e nel sedimento
 - solidi organici e inorganici (POM e silt)
- Processi principali:**
- Partizione del Hg e MeHg al silt e POM
 - Trasformazioni fotochimiche e biotiche
 - Deposizione e risospensione dei sedimenti e del Hg particolato
 - Diffusione dal sedimento Hg disciolto
 - Scambi avvettivi
 - Volatilizzazione del Hg⁰
 - Deposizione atmosferica e carichi fluviali (boundaries)



Condizioni iniziali da dati



industrial area
P. Marghera



Zonta et al, 2018

Nuova
Inizializzazione

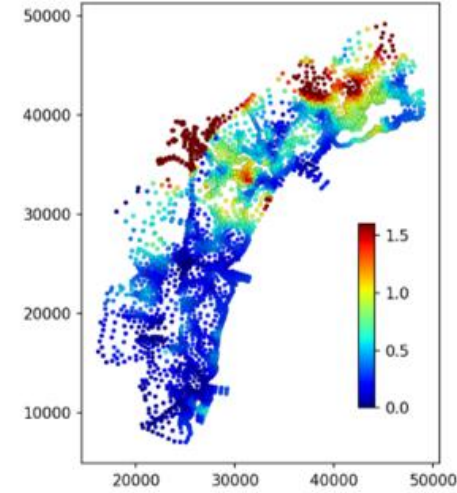
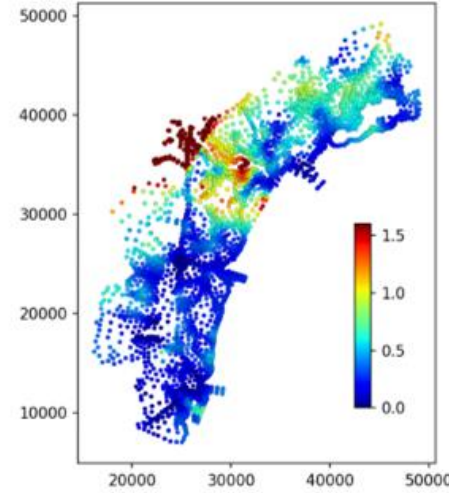


Figura 1. Modifiche alle condizioni iniziali delle concentrazioni di Hg ($\mu\text{g/g}$) e MeHg (ng/g) nei sedimenti della laguna, con l'inclusione dei dati relativi ai canali industriali (Bellucci et al., 2002) e della città di Venezia (Zonta et al., 2020).

Bellucci et al, 2002 canali industriali

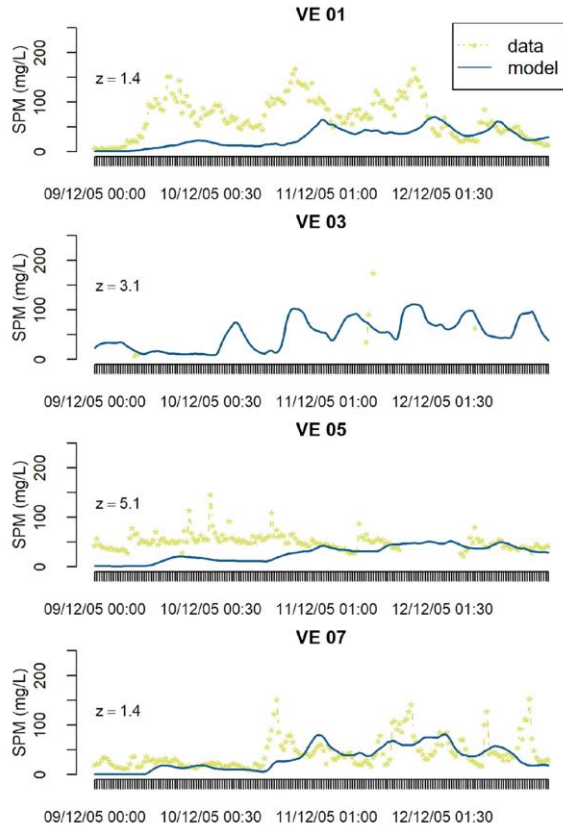
Zonta et al, 2020 città di Venezia



Il modello accoppiato Shyftem-Hg

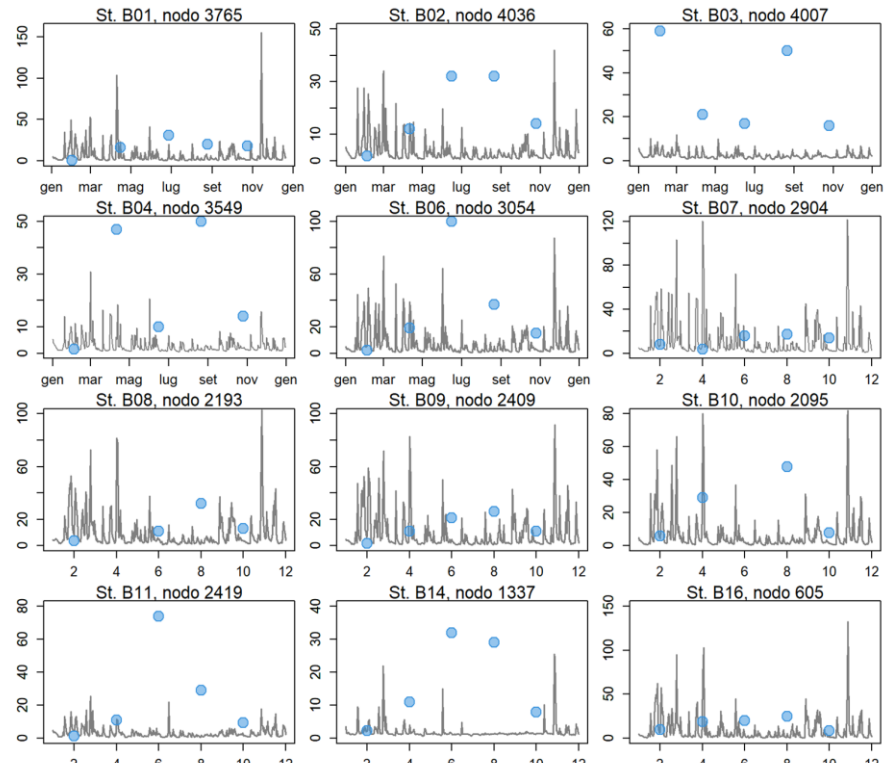


Suspended Particulate Matter



Calibrazione sui dati di solidi in sospensione nelle acque e su HgT nella cque su dati pregressi (MELA)

HgT nelle acque

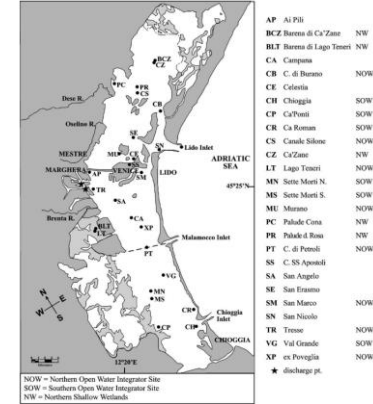
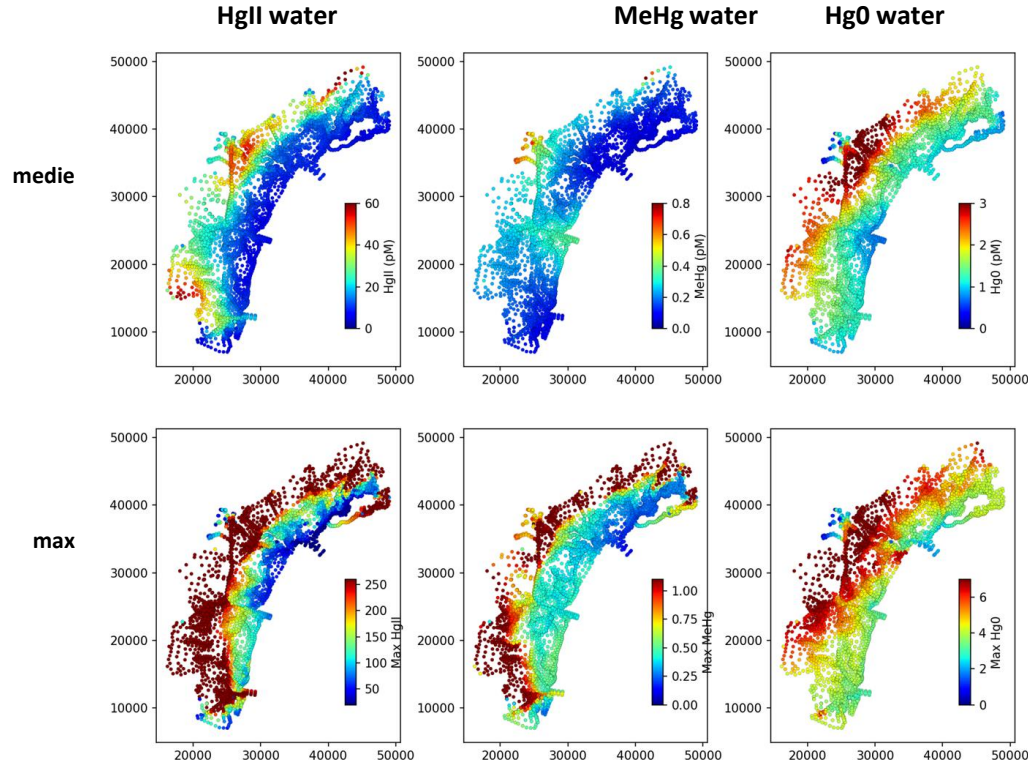




Il modello accoppiato Shyftem-Hg



Confronto con dati di letteratura



(Bloom et al., 2004)

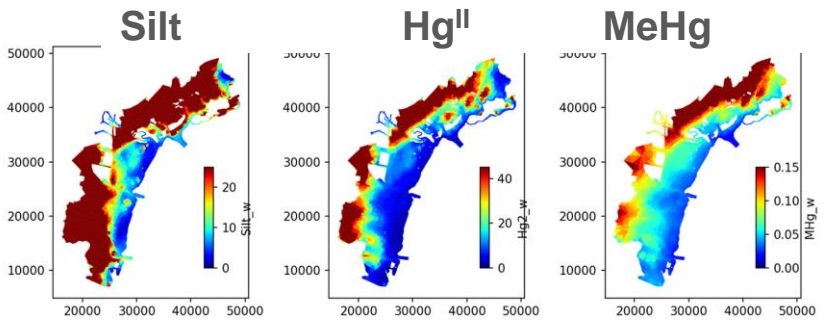
	Dati (acque non filtrate) Bloom et al, 2004		Modello Media / Max	
	HgT pM	MeHg pM	HgII pM	MeHg pM
NORD zone umide	145 ± 43	1.03 ± 0.25	30 / 250	0.3 / 1.0
NORD acque aperte	74 ± 16	0.35 ± 0.07	10 / 150	0.1 / 0.3
MARGHERA Ai Pili	281 ± 113	0.56 ± 0.21	60 / 250	0.4 / 1.0
CANALI INDUSTRIALI	134 ± 29	0.46 ± 0.12	60 / 250	0.6 / 1.0
SUD zone interne	ND	ND	40 / 250	0.25
SUD Acque aperte	15.7 ± 5.2	0.13 ± 0.08	10 / 120	0.2 / 0.5



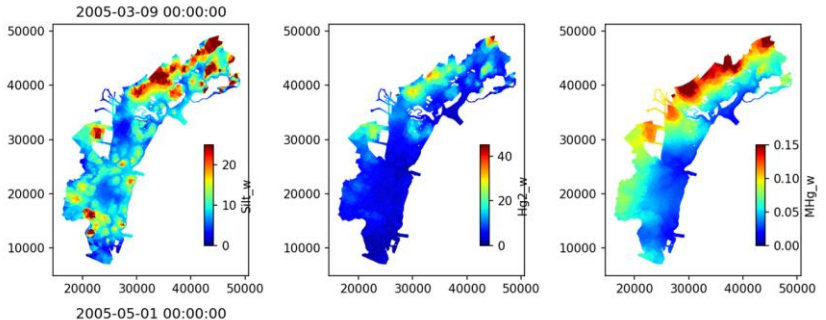
Scenario di riferimento



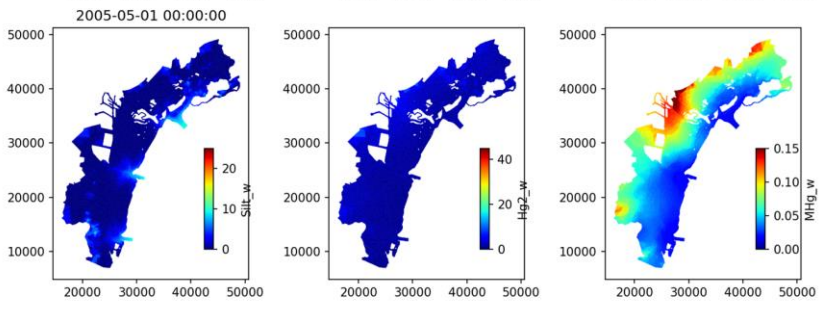
05 Feb –
High
Turbulence



09 March –
Intermediate
turbulence



01 May –
Calm
conditions



Variabilità spazio temporale (e stagionale) disciolto



Importanza flussi sedimento-
colonna d'acqua
(> per HgII che per MeHg)



RCP8.5 climate change scenario



MeHg

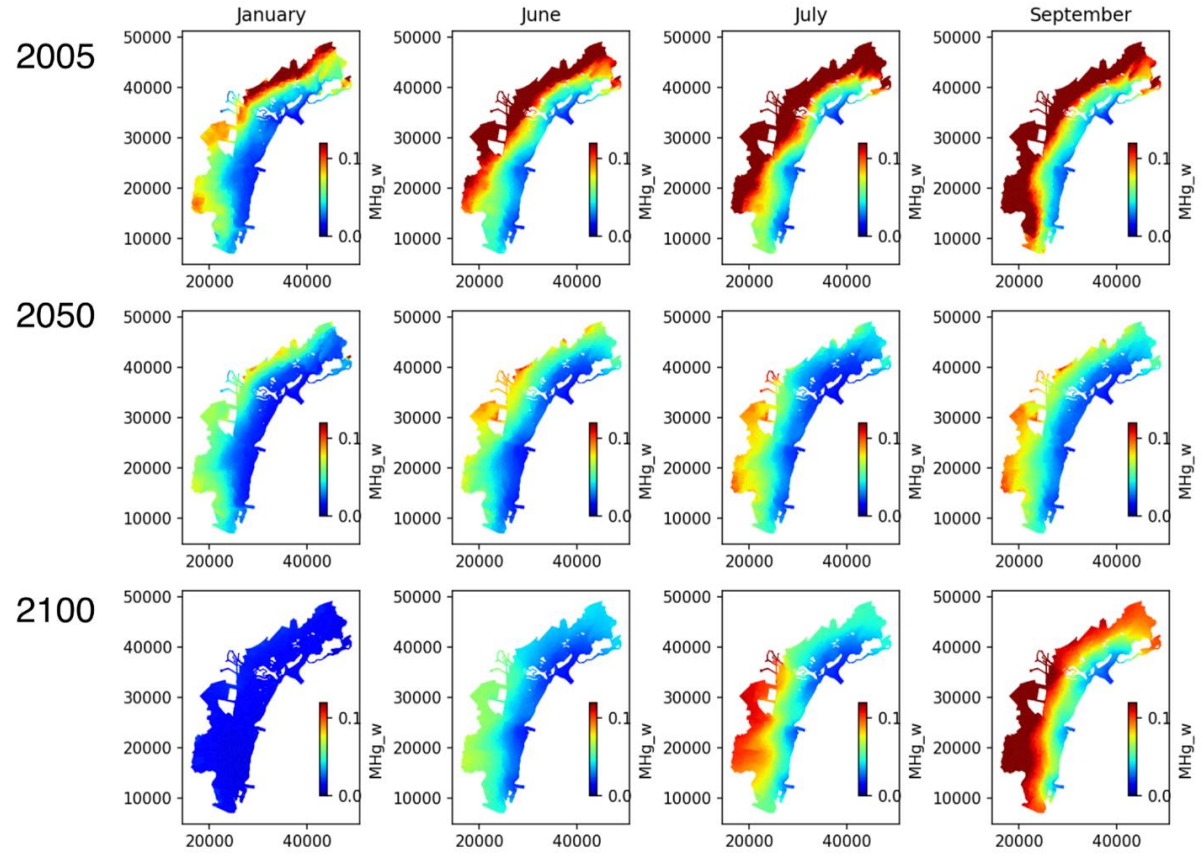
Diminuzione nel 2050

□ Riduzione risospensione dal sedimento

Aumento nel 2100

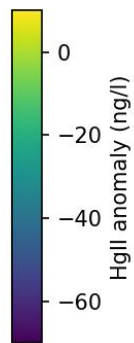
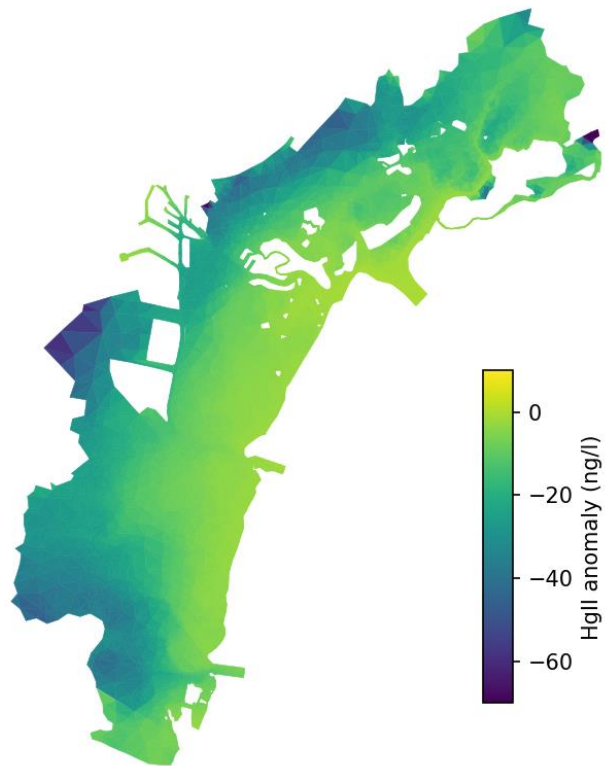
□ Per aumento temperature estive

MeHg in water



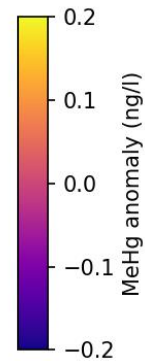
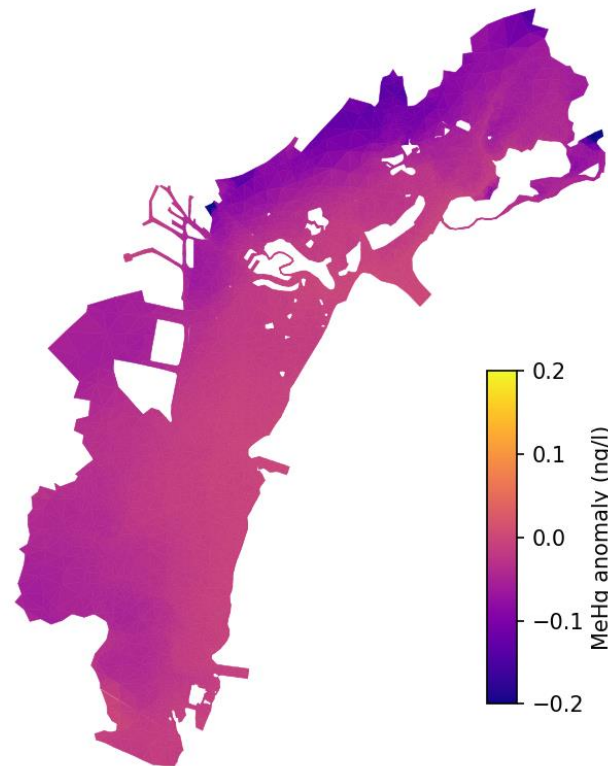
Hg^{II}

January



MeHg

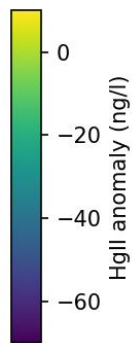
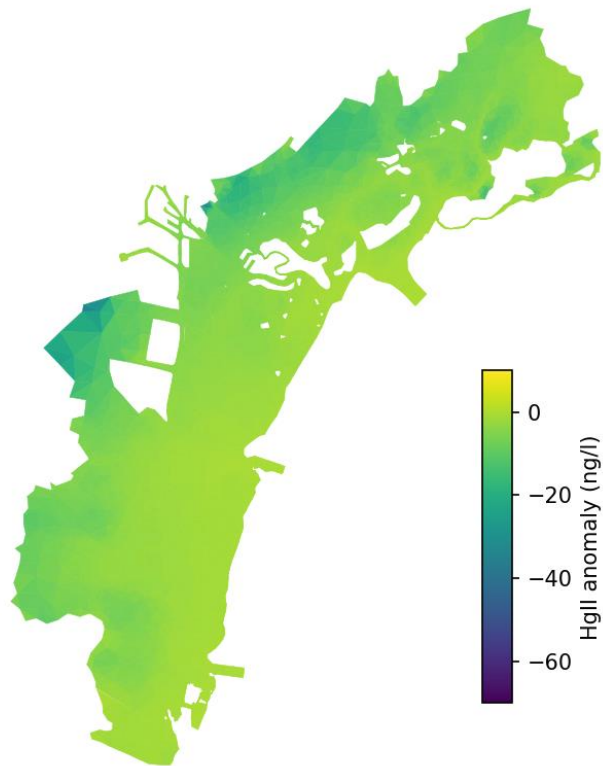
January



Anomalia: differenza tra riferimento (2019) e scenario 2090

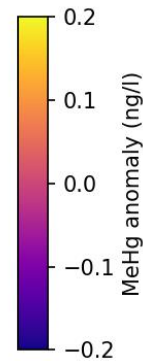
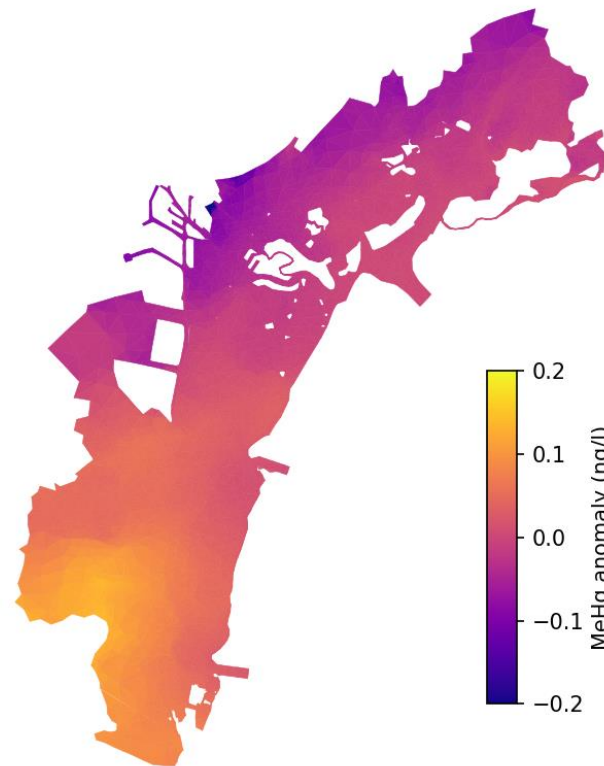
Hg^{II}

July



MeHg

July



Anomalia: differenza tra riferimento (2019) e scenario 2090

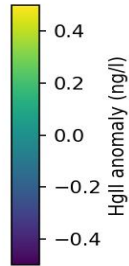
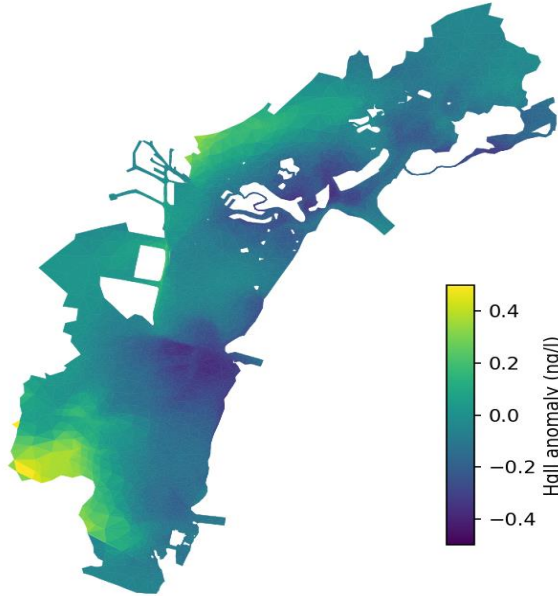


RCP8.5 climate change scenario, chiusure MoSE



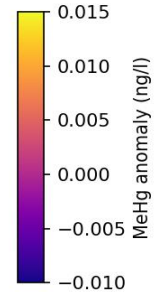
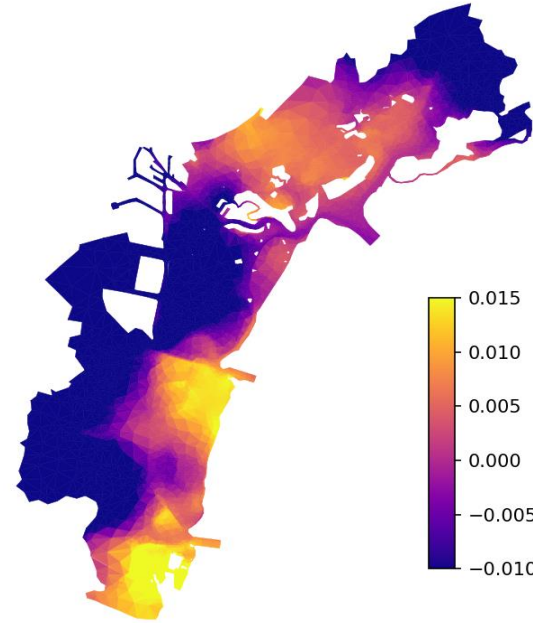
Hg^{II}

July



MeHg

July



Anomalia: differenza scenario 2090 con e senza MoSE

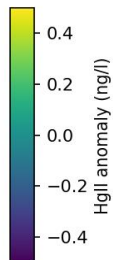
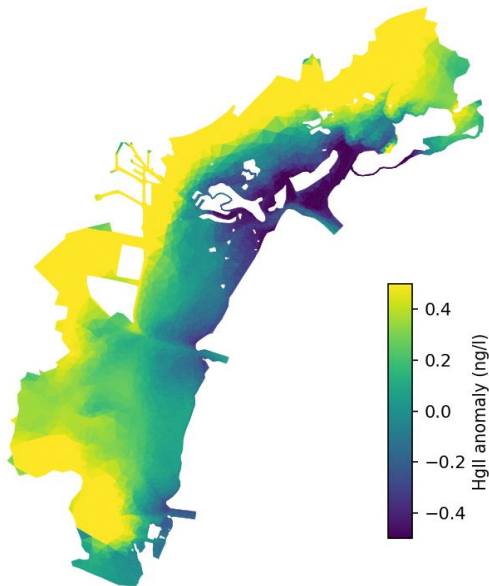


RCP8.5 climate change scenario, chiusure MoSE



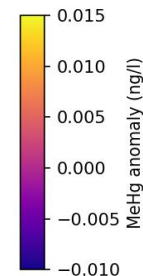
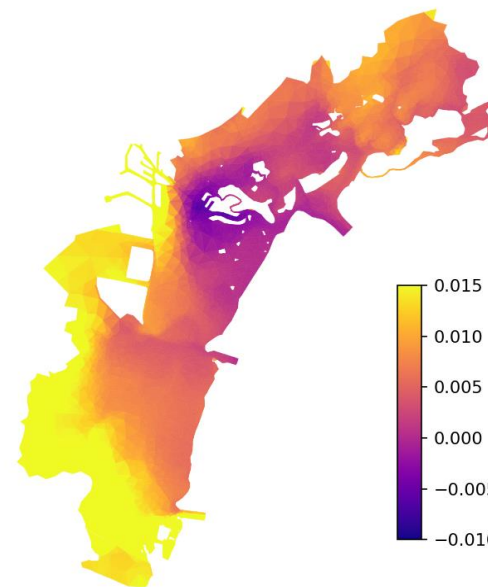
Hg^{II}

November



MeHg

November



Anomalia: differenza scenario 2090 con e senza MoSE

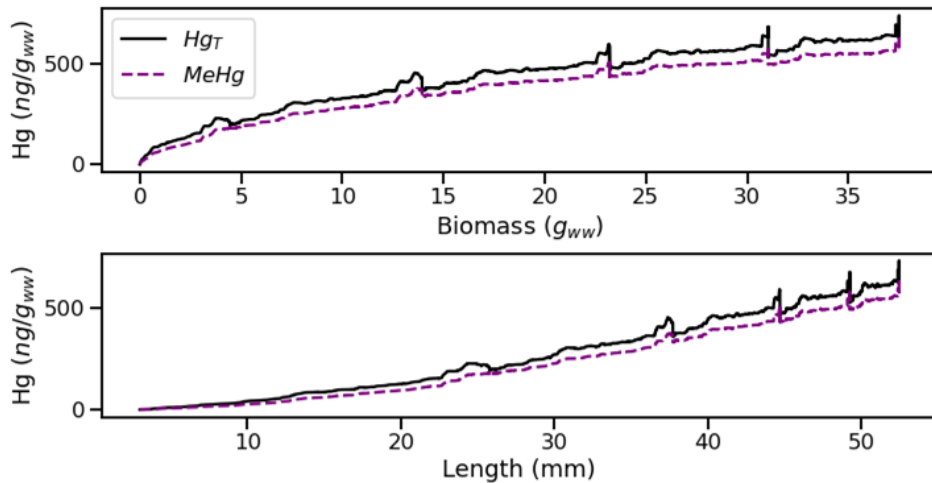


Modello bioaccumulo

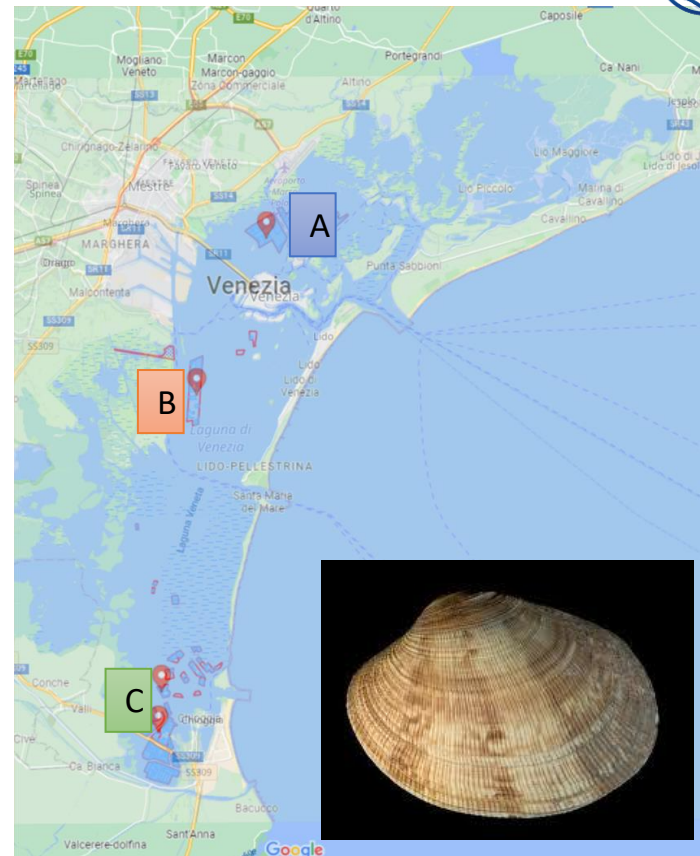


Estrazione Hg and MeHg nel POM modellati nelle stazioni di acquacoltura

□ forzanti per modello bioenergetico-bioaccumulo *T. Philippinarum*



modello: gran parte di Hg accumulato come MeHg (60-94%)

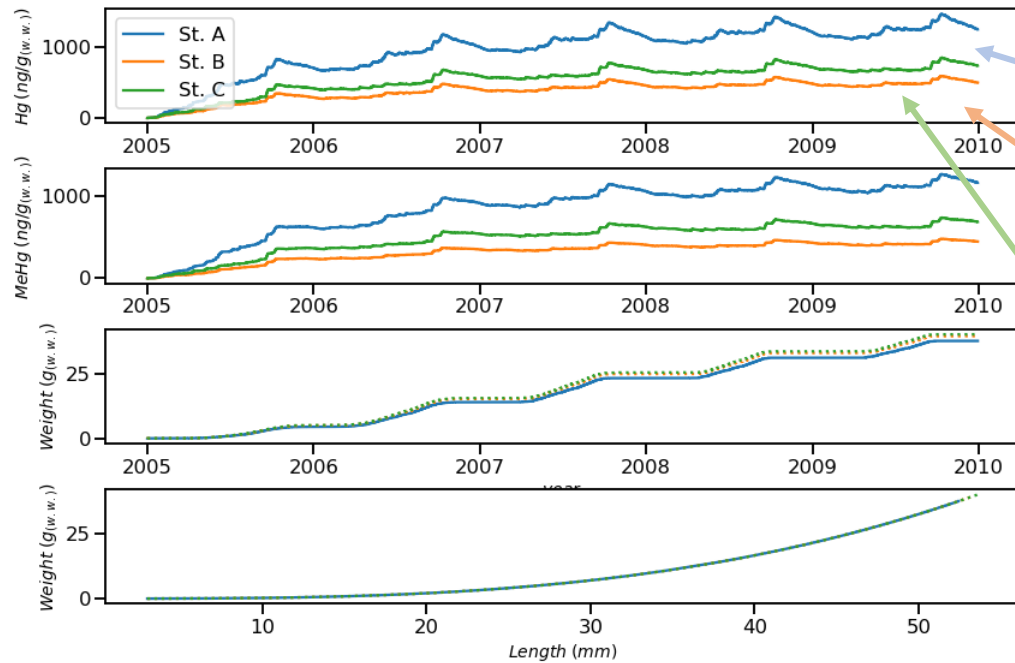


Giani et al., 2012: laguna Marano, ind di 20-30 mm → 200 ng/g (ww) --MeHg circa 50%

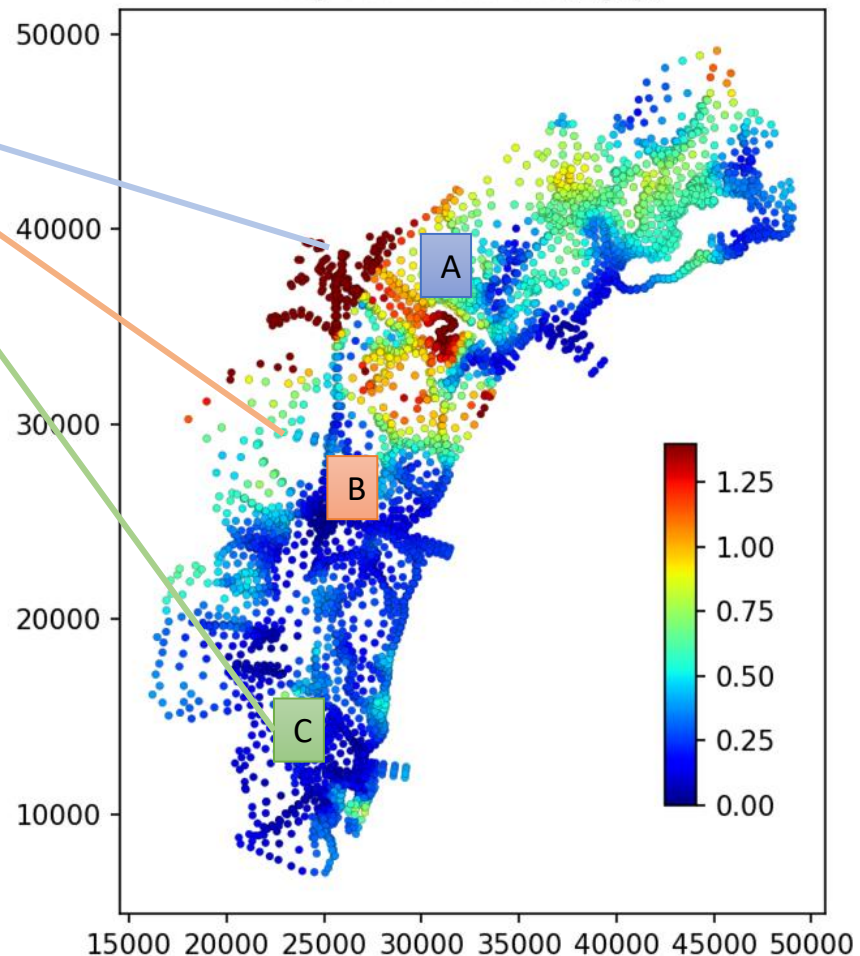
Dominik et al., 2014: laguna nord Venezia, 735 ng/g (dw) circa 93 ng/g ww --MeHg 20-70% (cinabrifero)



Modello bioaccumulo



MODELLO Hg₂ Acqua MeHg acqua
MISURE Hg₂ in sediment (ug/g)





Conclusioni



- Misure: influenza **dell'idrodinamica e della temperatura sulla 'rete di ossigeno del sedimento' SOD e sul rilascio della forma tossica del mercurio, il metilmercurio.**
- Il modello numerico ad alta risoluzione consente di **integrare** le informazioni ottenute dalle misure nello spazio e nel tempo di **rappresentare** la **variabilità spazio-temporale.**
- Nello **scenario climatico**, la progressiva **diminuzione del mercurio industriale** è compensata da un **incremento di MeHg** dovuto all'aumento delle **temperature** estive, con conseguenze sul **bioaccumulo.**
- L'integrazione del modello del mercurio con modelli di *Tapes philippinarum*, **accordo misure disponibili.**
- **Simulazioni e analisi di scenario per evidenziare criticità e trend ed fornire un supporto alla pianificazione del monitoraggio.**



Conclusioni2



- **Quale monitoraggio di acque e sedimento e quale riutilizzo del sedimento lagunare?**
- **Ovviamente...più misure e più dati per definire input e condizioni interne, incluse SOD e metilazione**
- **Inclusi apporti solidi...**

Estendere misure metilazione nello spazio e nel tempo a molti più siti