

“Messa a punto di un metodo per l’individuazione delle aree da destinarsi alla venericoltura (*Tapes philippinarum*) a minor rischio di contaminazione da mercurio nella Laguna di Marano e Grado”



- I RISULTATI -

“Mercury Interdisciplinary Research for Appropriate Clam farming in Lagoon Environment (MIRACLE)”

Idea progettuale

Ai fini del **bioaccumulo** non è tanto importante **quanto mercurio (Hg)** sia presente nei sedimenti ma, piuttosto, **quale Hg**, ovvero la sua speciazione chimica e le condizioni ambientali che favoriscono la “produzione” e la biodisponibilità della forma metilata.

Il quesito di fondo: dove e in quali condizioni ambientali il **Metil-Hg** trova modo di essere prodotto **nei sedimenti** della **Laguna di Grado e Marano** e poi trasferito nella catena trofica, in particolare **nei bivalvi** (*Tapes Philippinarum*)?

Se, infatti, vi sono numerose evidenze degli **elevati tenori** di **Hg** e **Metil-Hg** accumulatisi nei **sedimenti** e nella **catena trofica**, non sono ancora note le condizioni ambientali ed i **processi biogeochimici** che ne favoriscono il **trasferimento** dal **comparto** abiotico a quello **biotico** in ambiente lagunare.

Obiettivi del Progetto

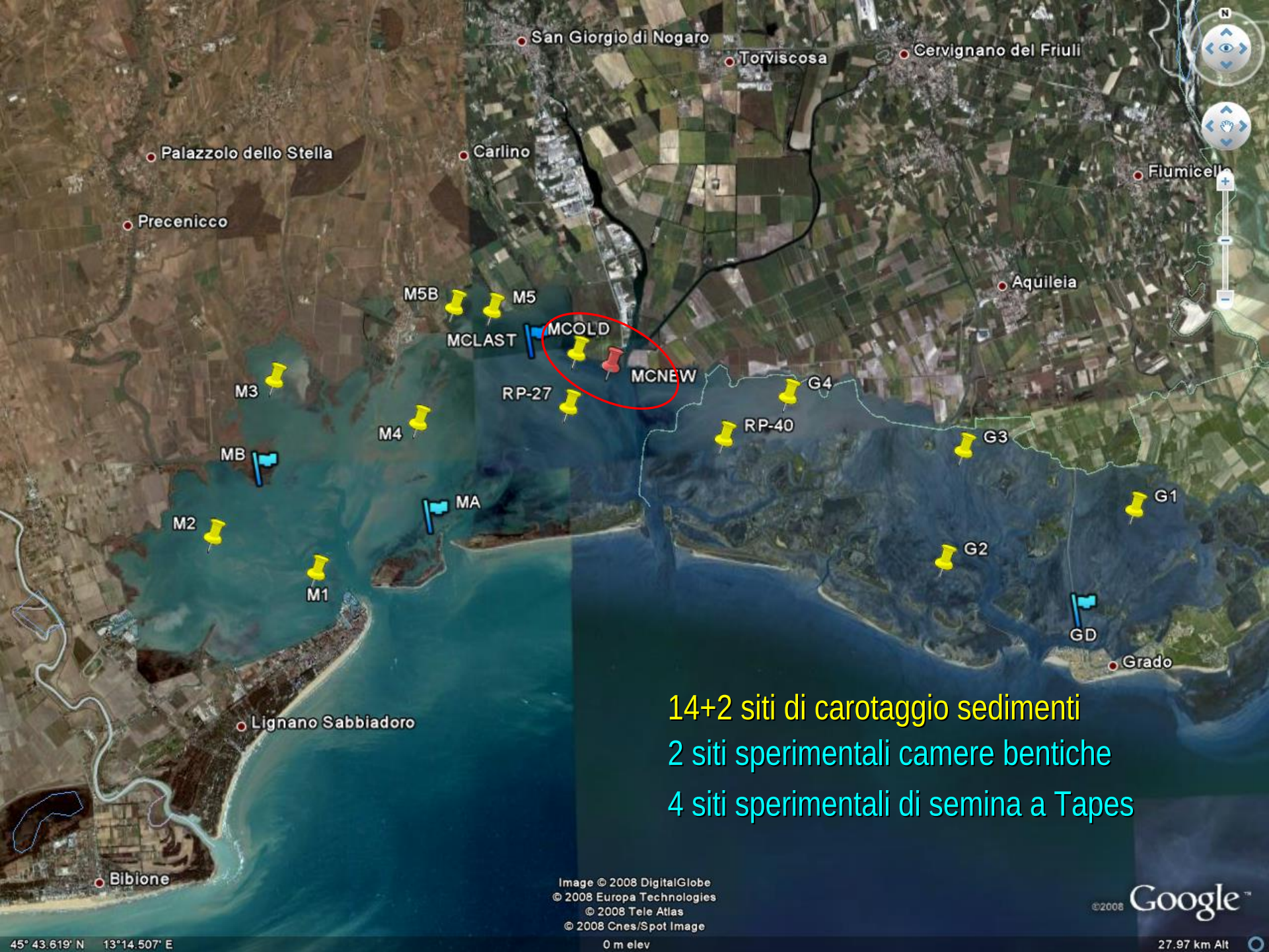
1. Caratterizzare dal punto di vista geochimico il sedimento nelle aree lagunari in relazione al mercurio e con particolare attenzione ai composti mercuriferi potenzialmente biodisponibili e più favorevoli al suo “riciclo”.
2. Comprendere quali condizioni ambientali favoriscono o inibiscono la formazione del Metil-Hg ed il trasferimento del mercurio verso la colonna d’acqua e la biodisponibilità per il biota nelle aree in concessione per l’allevamento e la raccolta delle vongole a confronto con le aree “naturali” e/o potenzialmente sfruttabili.
3. Valutare il rilascio di Hg nella colonna d’acqua a seguito di eventi di risospensione dei sedimenti di fondo indotta artificialmente o da attività antropiche.
4. Verificare il reale bioaccumulo di Hg in *Tapes philippinarum* nelle aree interessate ad un potenziale sfruttamento e nelle aree attualmente in concessione a confronto con aree ove la raccolta non è “organizzata”.

Risultati attesi

- Acquisizione di nuove conoscenze, attraverso un approccio scientifico sistematico ed altamente specializzato, sul “problema” mercurio nell’ambiente della Laguna di Marano e Grado.
- Valutare l’idoneità o meno delle aree monitorate a sostenere, senza rischio bioaccumulo del Hg, la venericoltura.

Fasi sperimentali

1. Caratterizzazione chimico-fisica dei sedimenti nelle 14 (+2) stazioni
2. Studio dei processi di trasformazione e trasferimento del Hg dall'interfaccia acqua-sedimento alla colonna d'acqua (esperimenti con camere bentiche, metilazione/demetilazione, attività batterica).
3. Bioaccumulo di Hg in *Tapes Philippinarum* nelle aree attualmente in concessione ed in quelle interessate ad un potenziale sfruttamento.
4. Studio della rimobilizzazione del Hg nella colonna d'acqua a seguito di eventi di risospensione.



14+2 siti di carotaggio sedimenti
2 siti sperimentali camere bentiche
4 siti sperimentali di semina a Tapes

LAGUNA DI MARANO

3 siti popolamenti naturali di Tapes



Casale della Madonna

Marano Lagunare

MCLAST

MCNAT3

MCNAT4

MCNAT2

MCNAT1

M4NAT1

M4NAT4

M4NAT2

MB

MA

M2NAT4

M2NAT3

M2NAT2

Image © 2008 DigitalGlobe
Image © 2008 TerraMetrics
© 2008 Tele Atlas
© 2008 Europa Technologies

©2008 Google™

45° 44.226' N 13° 9.889' E

0 m elev

10 Nov 2003

10.36 km Alt



Aquileia

IGC

VAS

BARVO

GD

Grado

LAGUNA DI GRADO
3 siti popolamenti naturali di Tapes

Image © 2008 DigitalGlobe
© 2008 Cnes/Spot Image
© 2008 Tele Atlas
© 2008 Europa Technologies
0 m elev

©2008 Google™

45° 42.988' N 13° 20.260' E

14.66 km Alt

I partner italiani



DiGEO (ex DiSGAM) - UNIV. TS - resp. Stefano Covelli

Coordinamento, pianificazione campionamento ed attività; geochimica dei sedimenti, esperimenti con camere bentiche (interfaccia acqua-sedimento)



*Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente
del Friuli Venezia Giulia*

ARPA Friuli Venezia Giulia - resp. Sergio Predonzani

Analisi di Hg in acque e sedimenti; supporto campionamento bivalvi



ISPRA (ex ICRAM) Chioggia (VE) - resp. Michele Giani

Analisi acidi umici e $\delta^{13}\text{C}$ nei sedimenti; biometrie, stabulazione bivalvi, analisi Hg totale, valutazione bioaccumulo



AUTORITÀ DI BACINO Friuli Venezia Giulia - resp. Katia Crovatto

Attività di campionamento, supporto logistico, pianificazione



OGS – BIO TS - resp. Cinzia De Vittor

Analisi chimiche (nutrienti, DIC, DOC, O_2), supporto tecnico esperimenti



DIP. BIOLOGIA – UNIV. "Ca' Foscari" VE - resp. Franco Baldi

Microbiologia (isolamento batteri Hg-resistenti in sedimenti e bivalvi)

I partner internazionali



Josef Stefan Institute LJU (SLO) – resp. Milena Horvat
Campionamenti, analisi Hg e Metil-Hg in sedimenti, acque e bivalvi



Marine Biology Station Piran (SLO) – resp. Jadran Faganeli
Supporto tecnico, analisi S e nutrienti, ciclo biogeochimico del Hg e dei nutrienti



University of Massachusetts Lowell (USA) – resp. Mark Hines
Determinazione di tassi di metilazione, demetilazione e solfato-riduzione con radiotraccianti

..con la collaborazione di...

Ivan Raddi - Cooperativa Pescatori “S. Vito” di Marano Lagunare

Aurelio Zentilin - Cooperativa ALMAR di Marano Lagunare

- semina e campionamenti bivalvi, campionamento popolamenti naturali

Edy Lugnan, Cristiano Peroni - Cooperativa Pescatori Grado

- campionamenti bivalvi trapiantati e popolamenti naturali

Stefano Caressa

- carotaggi

Cronoprogramma delle attività

Durata: 18 mesi

Data d'inizio: 28 aprile 2008

Report intermedio: 31 ottobre 2008

Conclusione: 31 ottobre 2009

Report finale: 15 gennaio 2010

		FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	
mese		caratterizzazione geochimica	acqua-sedimento	bioaccumulo	risospensione	
1	mag-08	pianificazione	pianificazione	pianificazione + semina		
2	giu-08	raccolta carote, radiografie, subcampionamento raccolta carote,	preparazione materiali			
3	lug-08	radiografie, subcampionamento	preparazione materiali	prelievi vongole siti semina (T1) + campionamento popolamenti naturali		
4	ago-08	analisi	preparazione materiali	prelievi vongole siti semina (T2)		
5	set-08	subcampionamento per analisi ^{210}Pb	esperimenti camere bentiche, metilazione/demetilazione, solfato-riduzione	analisi		
6	ott-08	analisi	analisi	prelievi vongole siti semina (T3)		relazione intermedia
7	nov-08	analisi	analisi	analisi		
8	dic-08	analisi	analisi	prelievi vongole siti semina (T4)		
9	gen-09	analisi	analisi	prelievi vongole siti semina (T5)		
10	feb-09	analisi	esperimenti camere bentiche, metilazione/demetilazione, solfato-riduzione	analisi		
11	mar-09	analisi	analisi	prelievi vongole siti semina (T6) + campionamento popolamenti naturali		
12	apr-09	analisi	analisi	prelievi vongole siti semina (T7)		
13	mag-09	analisi	analisi	analisi		
14	giu-09	analisi	analisi	prelievi vongole siti semina (T7)	pianificazione	
15	lug-09	elaborazioni dati	esperimenti camere bentiche, metilazione/demetilazione, solfato-riduzione	prelievi vongole siti semina (T8)	preparazione materiali	
16	ago-09	elaborazioni dati	analisi	analisi		
17	set-09	elaborazioni dati	analisi	analisi	esperimenti di laboratorio	
18	ott-09	elaborazioni dati	analisi	analisi	analisi	
19	nov-09	elaborazioni dati	elaborazioni dati	elaborazioni dati	elaborazioni dati	
20	dic-09	rapporto finale	rapporto finale	rapporto finale	rapporto finale	

Considerazioni conclusive - 1

1. Persistenza di un gradiente nella concentrazione di Hg nei sedimenti superficiali decrescente da est (massimo $> 11 \mu\text{g g}^{-1}$ in Laguna di Grado) ad ovest (minimo $\approx 0.7 \mu\text{g g}^{-1}$ in Laguna di Marano).
2. Il Hg è prevalentemente associato alle particelle più fini ($< 16 \mu\text{m}$) che ne rappresentano il principale veicolo di trasporto in sospensione.
3. Forme mercurifere detritiche (HgS, cinabro microcristallino) sono preferenzialmente presenti in associazione alle particelle più grossolane.
4. Il rapporto Metil-Hg/Hg è correlato positivamente alla frazione di Hg non associata ai solfuri (non HgS) suggerendo una maggiore disponibilità del metallo per l'attività di metilazione mediata dai batteri quando non è presente come solfuro.

Considerazioni conclusive - 2

5. L’apporto di Hg di origine antropica presenta spessori variabili tra un minimo di ca. 20 cm ed un massimo di 100 cm. Tuttavia, nella maggior parte dei siti indagati, il “valore di fondo” naturale è stato rilevato tra 0.5 e 1 m.
6. Gli apporti attuali (flussi) di Hg in Laguna di Grado sono di un ordine di grandezza superiori rispetto al settore maranese.
7. Il flusso deposizionale storico del Hg sembra aver risentito dell’apporto antropogenico successivamente al 1800.
8. Successivamente al 1950, la presenza del Hg nella porzione più superficiale della sequenza sedimentaria potrebbe essere imputabile, in particolare nel settore centro-occidentale, alla sommatoria dei due input, quello minerario e quello industriale conseguenza degli apporti del F. Aussa.

Considerazioni conclusive - 3

9. Una stima preliminare e per difetto fa ammontare a ca. 250 tonnellate la quantità di Hg "intrappolato" nei sedimenti lagunari.
10. Le conseguenze di un evento di risospensione limitato nel tempo pare siano di scarso impatto per effetto della diluizione delle specie mercurifere nel volume del corpo idrico.
11. In conseguenza dell'elevato contenuto di Hg è stata evidenziata una presenza rilevante (fino al 70% dell'intera comunità) di batteri Hg-resistenti e Hg-tolleranti.
12. I processi di metilazione da parte dei batteri solfato-riduttori in anaerobiosi sono stati confermati mediante l'uso di traccianti radioattivi.
13. Inoltre, mediante approcci di microbiologia classica, sono stati isolati anche batteri non solfato-riduttori che in condizioni aerobiche provocano la metilazione in presenza di substrati disponibili quali nitrati e zuccheri.

Considerazioni conclusive - 4

14. Tuttavia, i processi di demetilazione in laguna procedono in modo rapido con intensità maggiore di quanto mai riscontrato in altri studi in ambienti simili per caratteristiche chimico-fisiche e grado di contaminazione.
15. La rapida solfato-riduzione evidenziata in Laguna di Marano porterebbe alla rimozione del mercurio inorganico diminuendo la frazione biodisponibile e quindi impedendo la metilazione batterica: i siti MA e MB sono i migliori per la coltivazione dei bivalvi.
16. I risultati degli esperimenti di semina hanno evidenziato che due aree nella laguna di Marano (MA ed MB) sono idonee alla crescita delle vongole e alla loro raccolta con una diminuzione delle concentrazioni di Hg e Metil-Hg nel tempo.
17. Nei popolamenti naturali è evidente l'aumento del contenuto in Hg e Metil-Hg con la taglia degli individui. Le concentrazioni di Hg sono superiori a $0.5 \mu\text{g g}^{-1}$ (w.w.) per taglie maggiori di 35 mm di lunghezza nella laguna di Grado.

Prospettive future

- La presenza del Hg in termini di distribuzione areale e quantità sono tali da non poter percorrere una strategia di bonifica classica su ampia scala ma piuttosto è da considerare un orientamento verso una gestione mirata alla mitigazione di potenziali rischi.
- Individuazione di nuove aree per l'allevamento delle vongole nella Laguna di Grado (zona cordoni litorali ?).
- Controllo del bioaccumulo nel tempo per le vongole seminate nelle nuove aree in concessione nella Laguna di Marano ma anche all'interno dell'area SIN.
- Gestione dei sedimenti dragati dall'area di Grado, in particolare con una verifica della mobilità del Hg, per una “recuperabilità” dei materiali in ambito lagunare (ne beneficerebbe anche il bilancio sedimentario della laguna!)

Grazie a tutti!

Acquavita Alessandro

Baldi Franco

Bianchi Jessica

Berto Daniela

Bettoso Nicola

Bussi Maurizio

Caressa Stefano

Casagrande Giacomo

Cociancich Edvino

Covelli Stefano

Crovatto Katia

De Vittor Cinzia

Emili Andrea

Faganeli Jadran

Fajon Vesna

Falconi Claus

Gallo Michele

Ghenda Achille

Giani Michele

Hines Mark

Horvat Milena

Koron Neža

Landucci Cristiano

Langone Leonardo

Lipizer Marco

Lugnan Edy

Maggi Chiara

Mao Andrea

Marchetto Davide

Mariotti Silvia

Peroni Cristiano

Piani Raffaella

Poitrás Erin

Predonzani Sergio

Rampazzo Federico

Raddi Ivan

Rossin Pietro

Savelli Fabio

Verginella Flavia

Zentilin Aurelio

Žižek Sužana

2008-09

Hg ?

Research Project

“MIRACLE”

“MIRACLE”

**“Mercury Interdisciplinary Research
for Appropriate Clam farming
in Lagoon Environment”**

<http://www.disgam.units.it/mercurilab/>