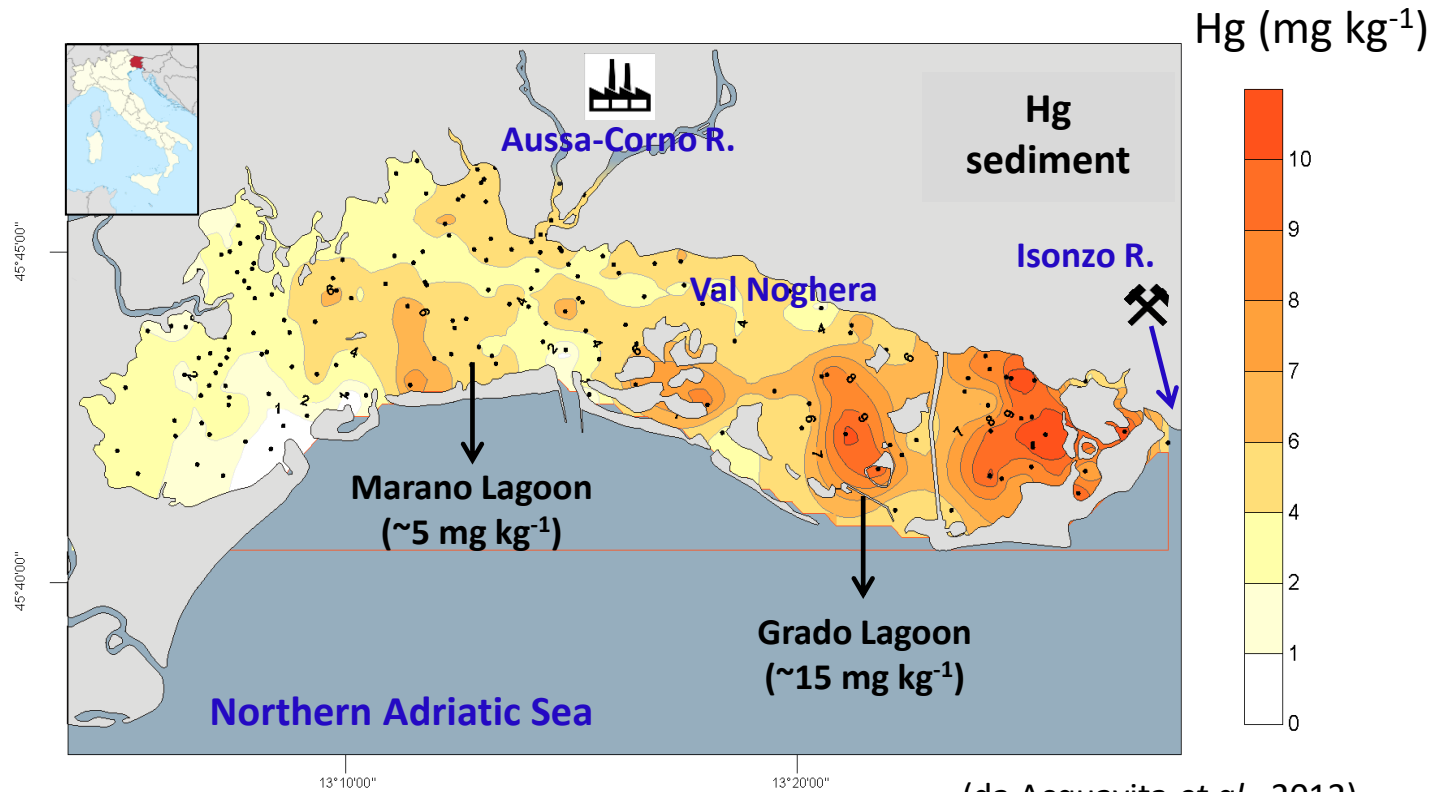


IL MERCURIO NEI SEDIMENTI LAGUNARI

LE FONTI:

- Attività mineraria di Idria (Slovenia) → 35.000 ton disperse in 500 anni di attività (Gosar *et al.*, 1997)



- Impianto soda-cloro di Torviscosa → 186 ton in 35 anni (Daris *et al.*, 1993)

ELEMENTI MORFOLOGICI DELLE LAGUNE

Zonazione rispetto al livello medio marino:

- 1) zone emerse o supratidali
 - isole
 - conterminazione lagunare
 - barene
- 2) zone di transizione o intertidali
 - piane di marea (velme)
- 3) zone sommerse o subtidali:
 - canali di marea (principali, secondari e ghebbi) e foci lagunari
 - paludi

Laguna di Venezia

L'AREA DI STUDIO

LE BARENE

- Quota media: 25-32 cm sul l.m.m.
- «Trappole sedimentarie» e possibili *sink* dei metalli associati
- Vegetazione alofila



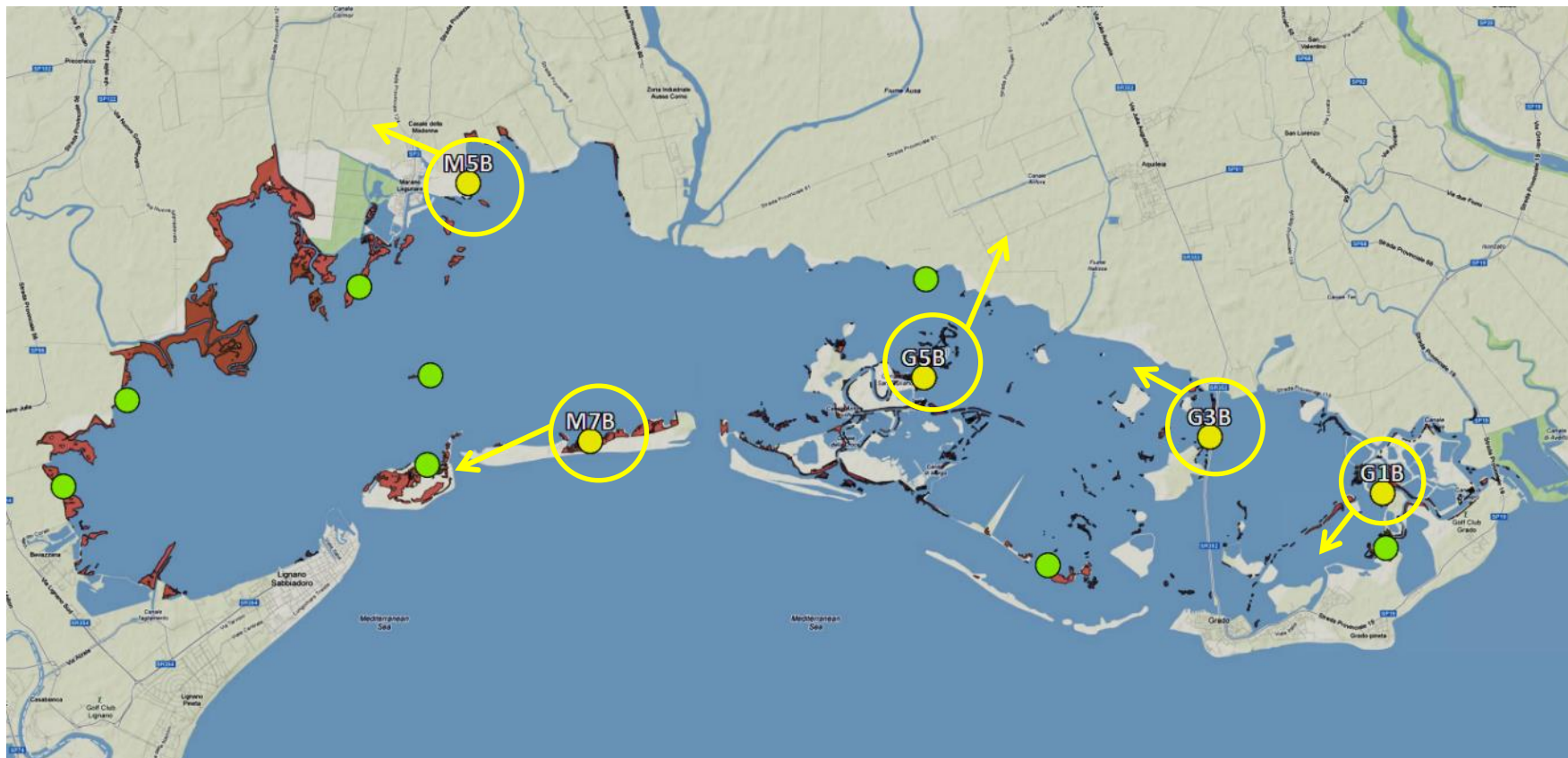
Barena *Le Mandragole*

LE BARENE

- Valutazione del contenuto in mercurio (Hg) nei sedimenti ed in alcune specie alofile degli ambienti a barena.
- Individuazione di eventuali differenze sito-specifiche in relazione a parametri chimico-fisici.
- Indagine preliminare sulla presenza del metilmercurio (MeHg) in alcuni campioni vegetali.

*Accordo di collaborazione per un progetto di ricerca e studio sedimentologico-geochimico delle aree barenicole della Laguna di Marano e Grado, stipulato in data 20 aprile 2012 fra DMG e l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia (ARPA FVG)

MATERIALI E METODI



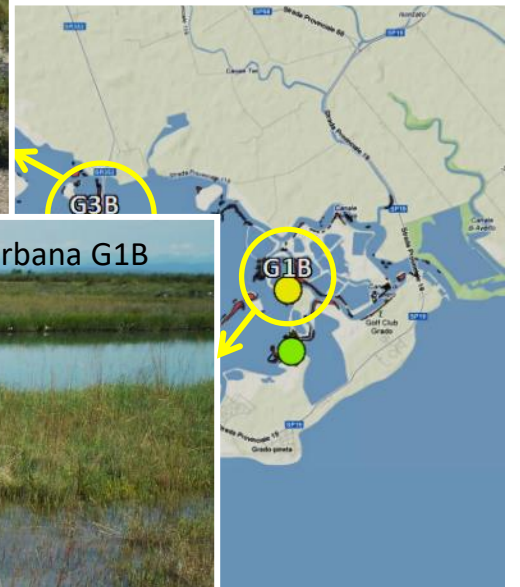
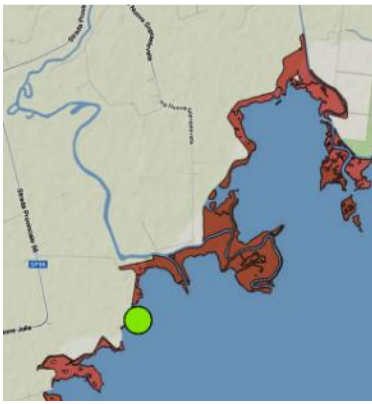
Barena di Marano M5B



Is. della Gran Chiusa G5B



Canale Belvedere G3B



Isola di S. Andrea M7B



Is. di Barbana G1B



LE SPECIE INDAGATE

Sarcocornia fruticosa (L.) J.A. Scott



Limonium narbonense Mill.



Atriplex portulacoides L.



IL CAMPIONAMENTO

- Individuazione dei siti
- Rilievo fitosociologico
(Braun Blanquet adattato da Pignatti 1953)
- Rilievo topografico

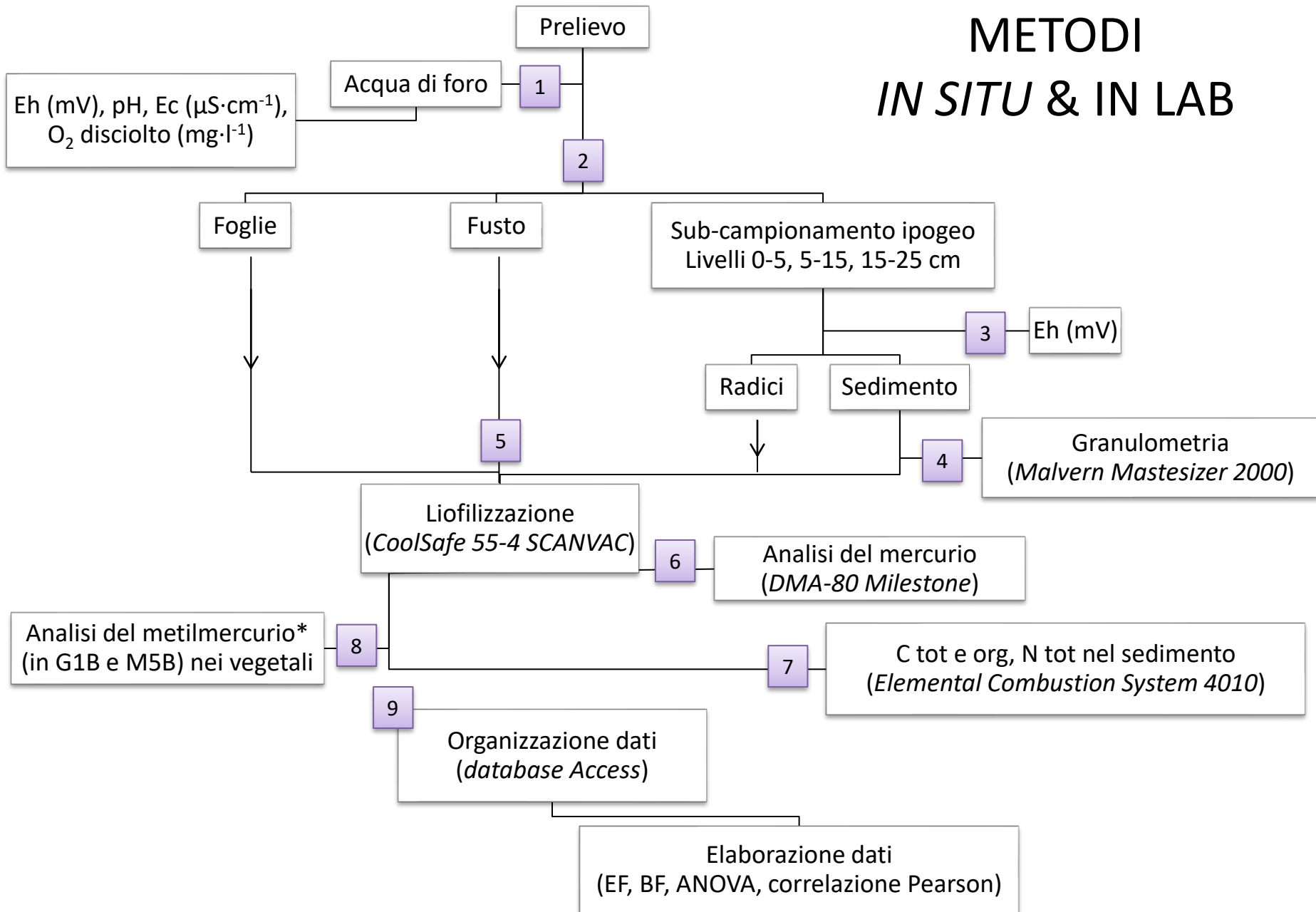


Barena M5B presso Marano



a) separazione della parte aerea di un esemplare di *Limonium narbonense*, b) prelievo della parte epigea tramite trivella a mano; c) misura dell'ossigeno disciolto

METODI IN SITU & IN LAB



* Eseguite dall'unità di ricerca del Dr. J. Canário presso l'IPMA I.P., Portuguese Institute for Sea and Atmospheric Research di Lisbona

RISULTATI: PARAMETRI CHIMICO-FISICI

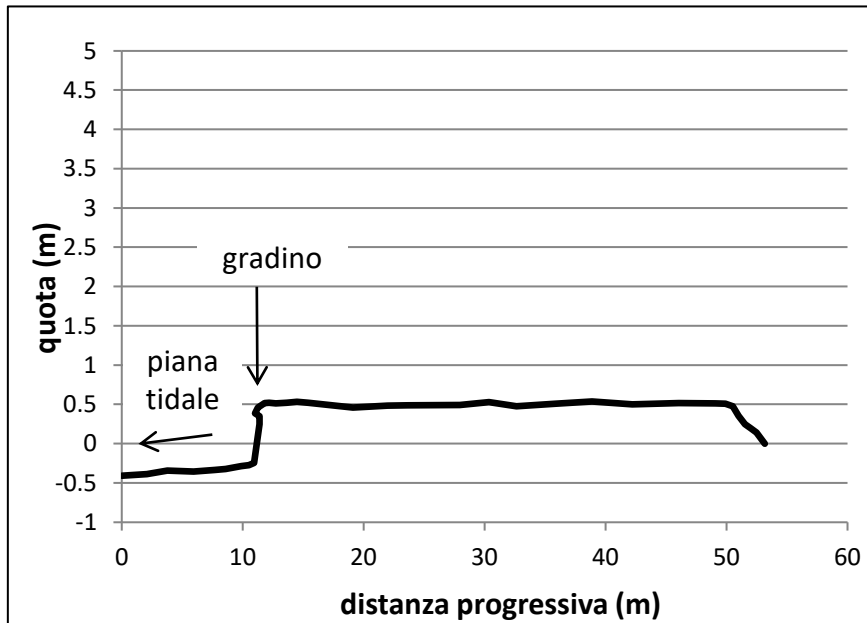
- Conducibilità elettrica (E_c), pH ed ossigeno disciolto presentano valori simili nelle diverse barene
- Potenziale redox (E_h) misurato nell'acqua variabile nelle diverse barene ma anche nei diversi siti
- E_h nel sedimento molto variabile (Cazzin *et al.*, 2009)
 - valori più bassi nel livello profondo

Valore medio di E_h (mV) nei tre livelli sedimentari

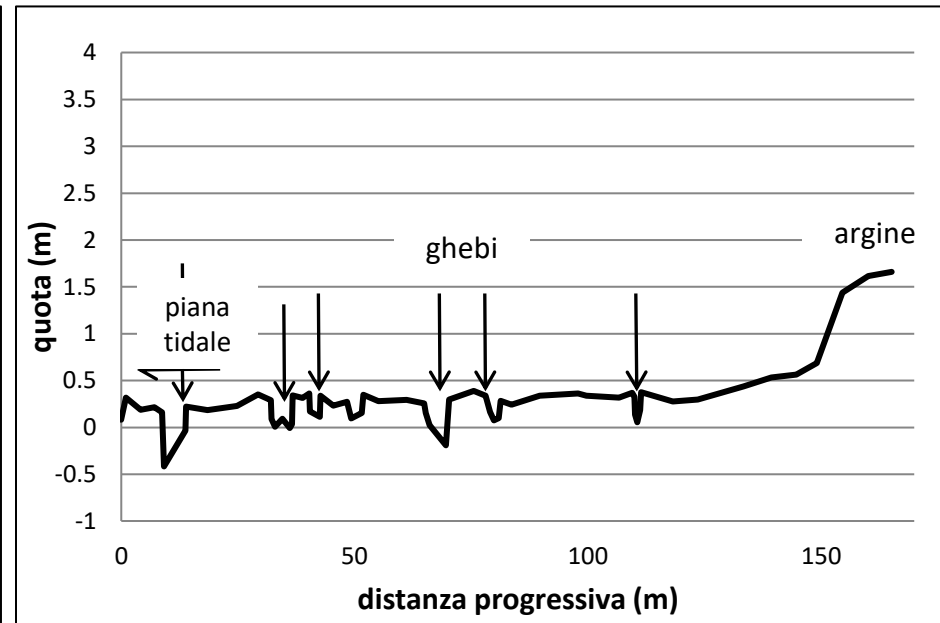
Livello	G1B	G3B	G5B	M5B	M7B
0-5 cm	5	72	-31	47	22
5-15 cm	17	65	-34	52	-40
15-25 cm	-20	63	-245	14	-85

RILIEVI TOPOGRAFICI

- Rilievi topografici: tabulari in G3B (Canale Belvedere) e M5B (Marano), complessi ed eterogenei in G1B (Is. Barbana), G5B (Is. della Gran Chiusa) e M7B (Is. S. Andrea)



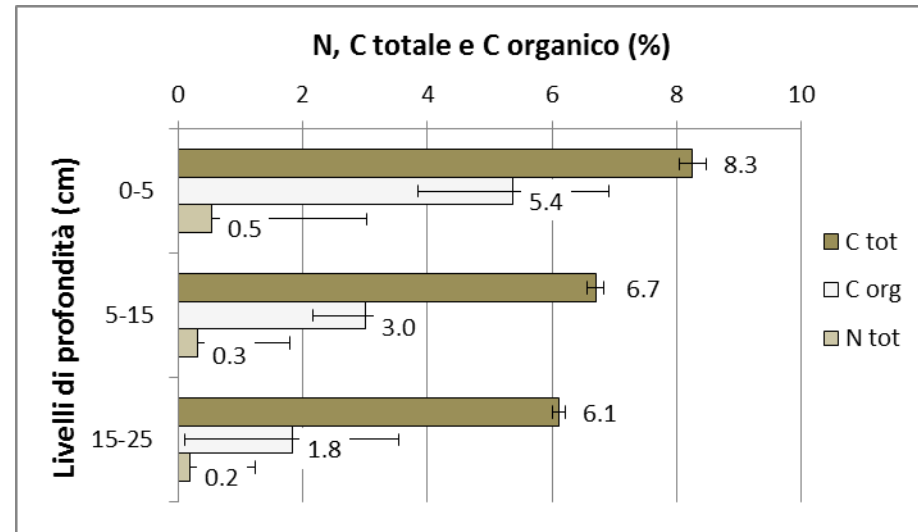
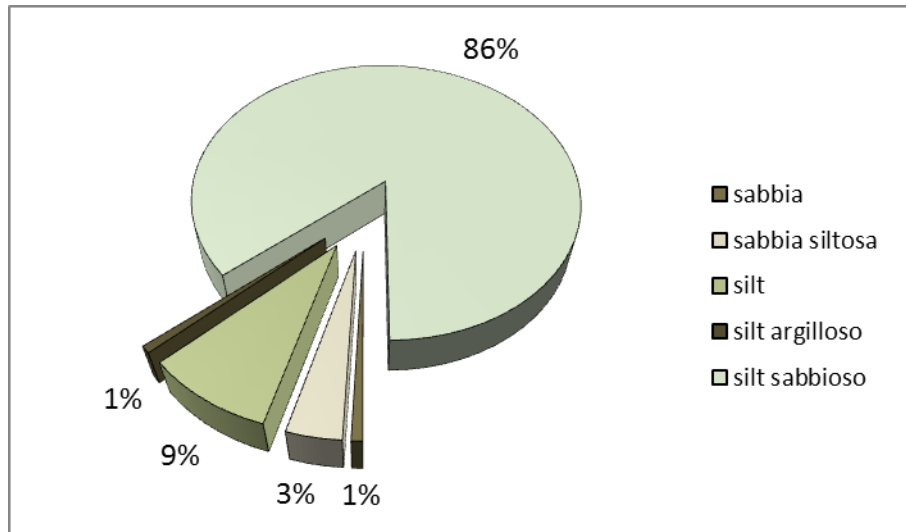
Profilo topografico della barena di Marano (M5B)



Profilo topografico della barena dell'Is. Di S. Andrea (M7B))

RISULTATI: GRANULOMETRIA E SOSTANZA ORGANICA

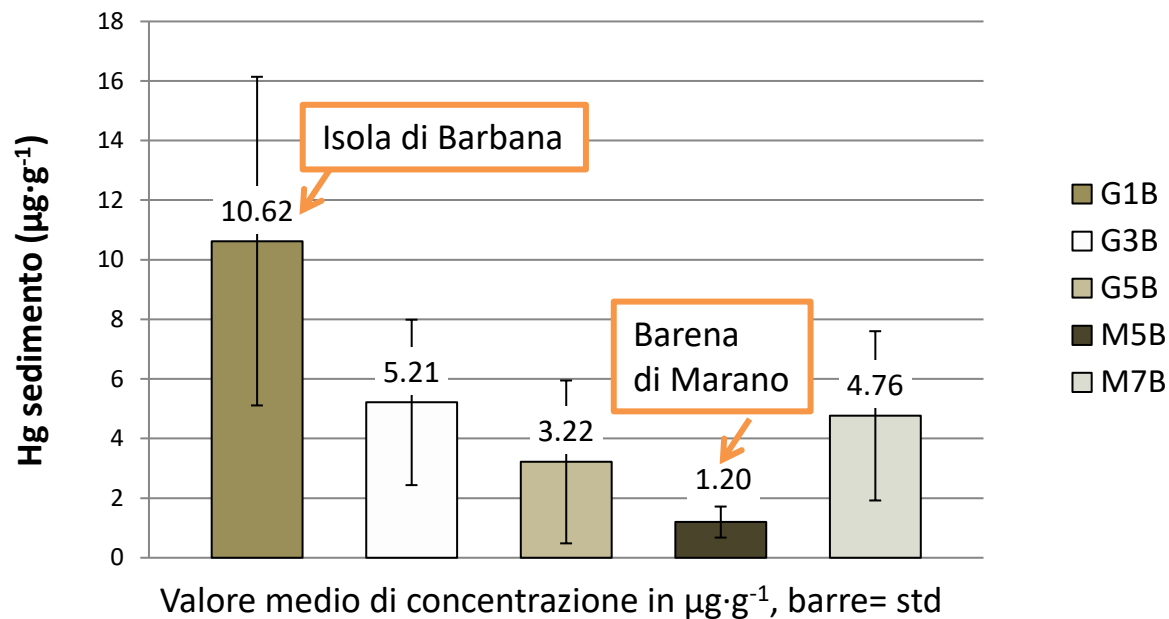
- Silt sabbioso preponderante (G3B e M7B più grossolane in profondità, G1B, G5B e M5B più fini in superficie) ma influenzato dalle modalità di subcampionamento delle carote.
- C org corrisponde, mediamente, al 50 % del C totale, ed è discretamente più elevato rispetto ai sedimenti lagunari.
- C tot, C org e N tot diminuiscono con la profondità.



Valori medi (\pm std) nei tre livelli sedimentari

RISULTATI: MERCURIO NEL SEDIMENTO

- Le concentrazioni di Hg nei sedimenti differenziano in modo significativo le barene (ANOVA, $p < 0,0001$):



- Hg da circa 0,2 a 9 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (0-5 cm), fino a 15 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (5-15 cm) e fino a 27 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (15-25 cm).
- SQA Hg 0,3 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (D.M. 260, 8 nov 2010)
- Concentrazione nei sedimenti lagunari (0-1 cm): 0,68-9,95 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Acquavita *et al.* 2012)

RISULTATI: RILIEVO FITOSOCIOLOGICO

2 classi vegetazionali:

- *Arthrocnemetea* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 in G1B (Is. di Barbana) G3B (Canale Belvedere) e G5B (Is. della Gran Chiusa)
- *Juncetea maritimi* Br.-Bl. 1952 in M5B (Marano) e M7B (Is. di S. Andrea)



Classe *Arthrocnemetea* Br.-Bl. et R. Tx. 1943
Barena *Le Mandragole*



Classe *Juncetea maritimi* Br.-Bl. 1952
Barena *Marina dei Manzi*

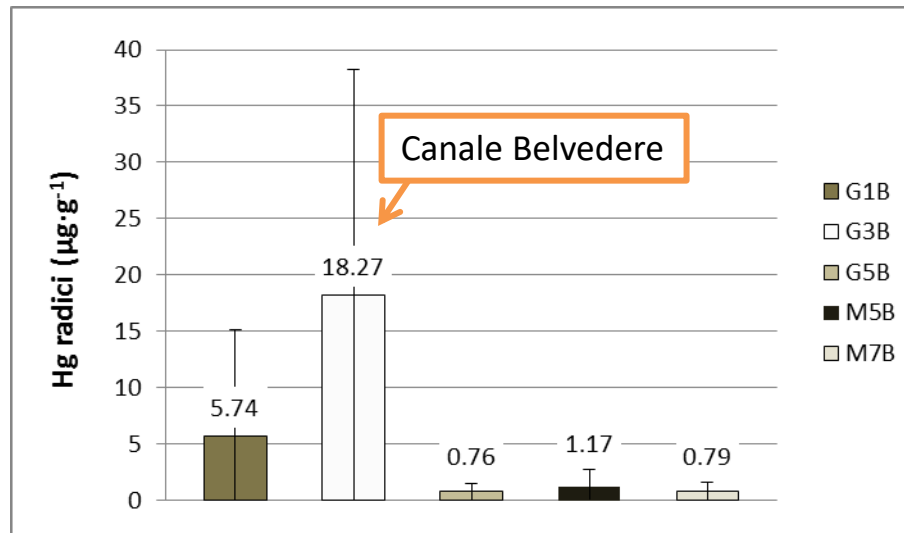
Mercurio **non** agisce come fattore selettivo

RISULTATI: MERCURIO NELLE ALOFITE

- Le concentrazioni di Hg nelle parti aeree sono contenute ($< \text{Iod} - 0,14 \mu\text{g g}^{-1}$) e simili per le 3 specie.
- Nelle radici, variabilità più ampia e valori di Hg più elevati (fino a $122 \mu\text{g g}^{-1}$).



Bassa traslocazione del metallo all'interno della pianta («strategia di tolleranza»)

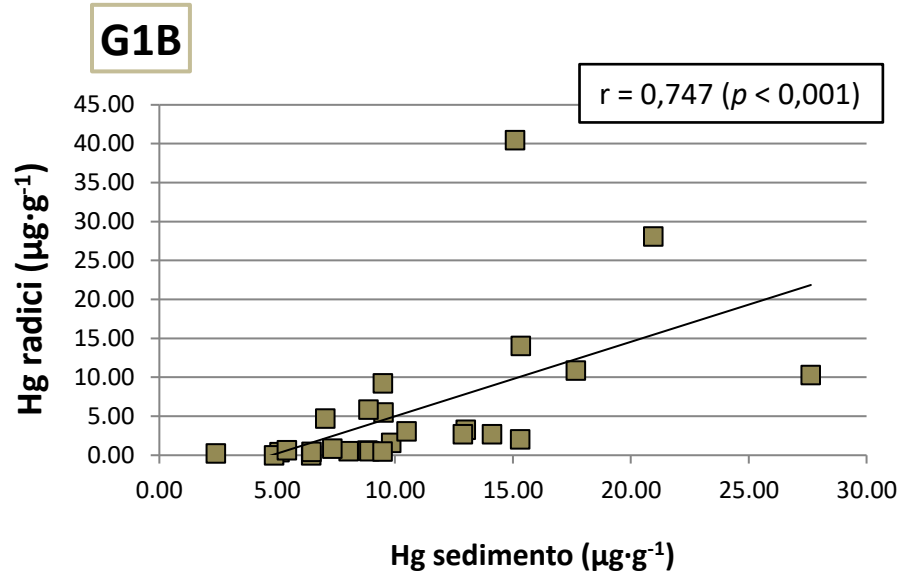
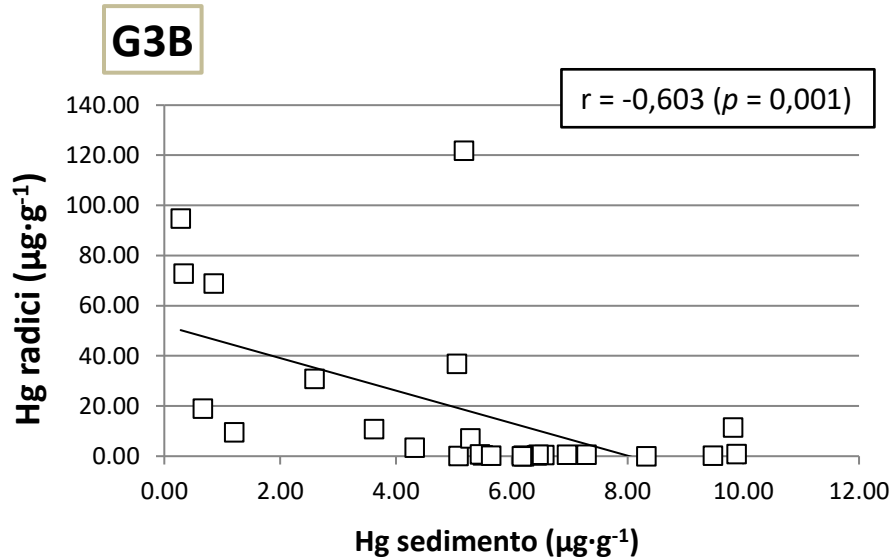
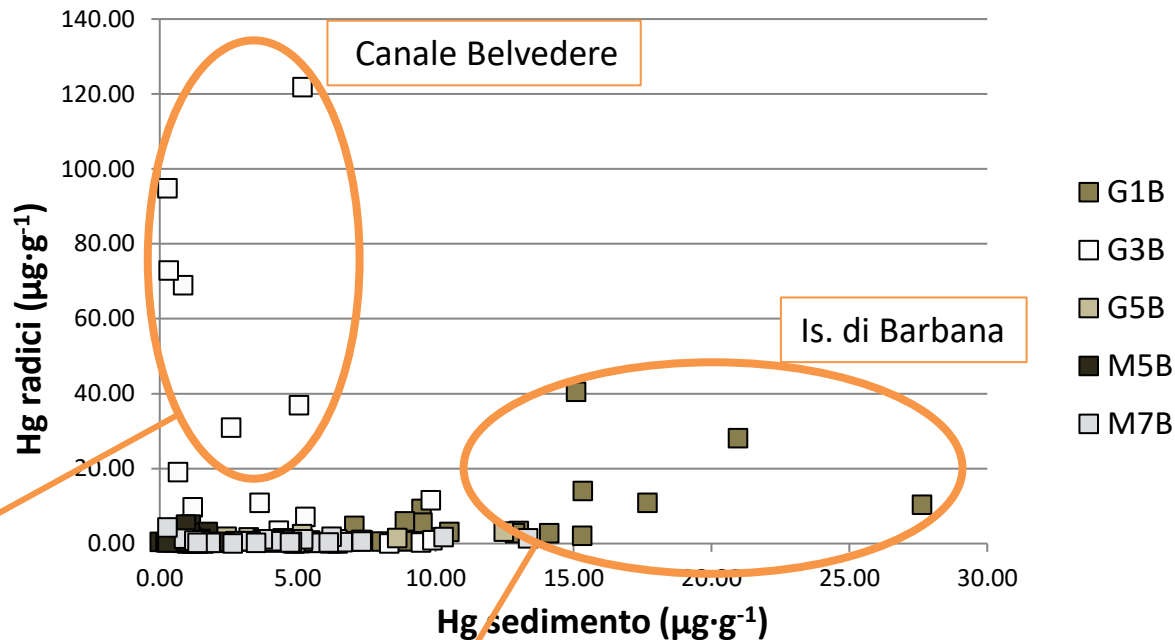


Contenuto medio di Hg nelle **radici** di ciascuna barena

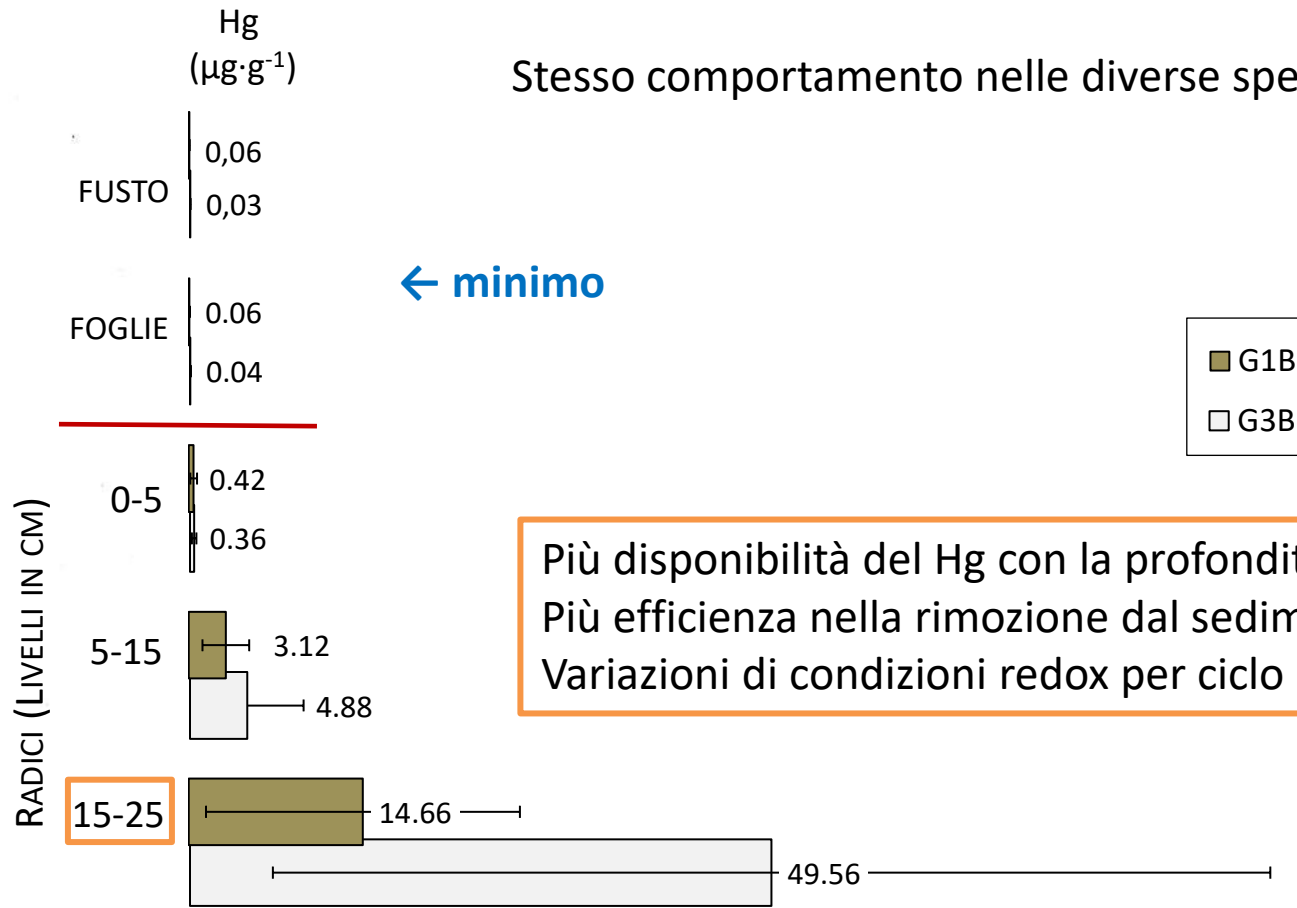
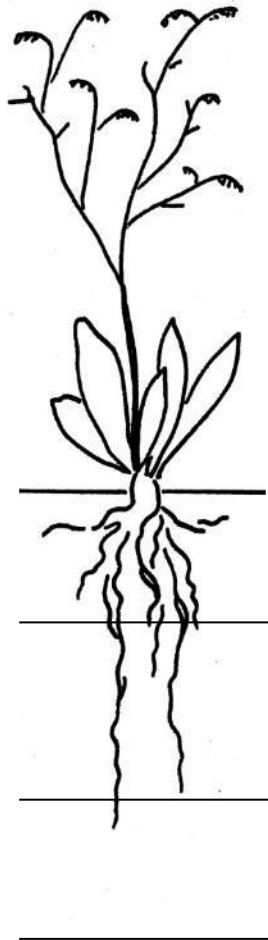
Hg nei sedimenti:
0-27 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

Hg nelle alofite:
radici: 0-121 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$

Risultati simili in
Castro et al. (2009)



MERCURIO NELLE ALOFITE



Stesso comportamento nelle diverse specie

Più disponibilità del Hg con la profondità ?
Più efficienza nella rimozione dal sedimento ?
Variazioni di condizioni redox per ciclo mareale ?

Concentrazione media di Hg in $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ nelle tre specie

FATTORE DI ARRICCHIMENTO (EF)

$$EF = \frac{|Hg|_{radici}}{|Hg|_{sedimento}}$$

EF medio (liv. 0-5 cm) = 0,20

EF medio (liv. 5-15 cm) = 0,72

EF medio (liv. 15-25 cm) = 16,73

EF maggiori in G3B (medio = 27), no arricchimento in G5B (Eh sed negativo)!

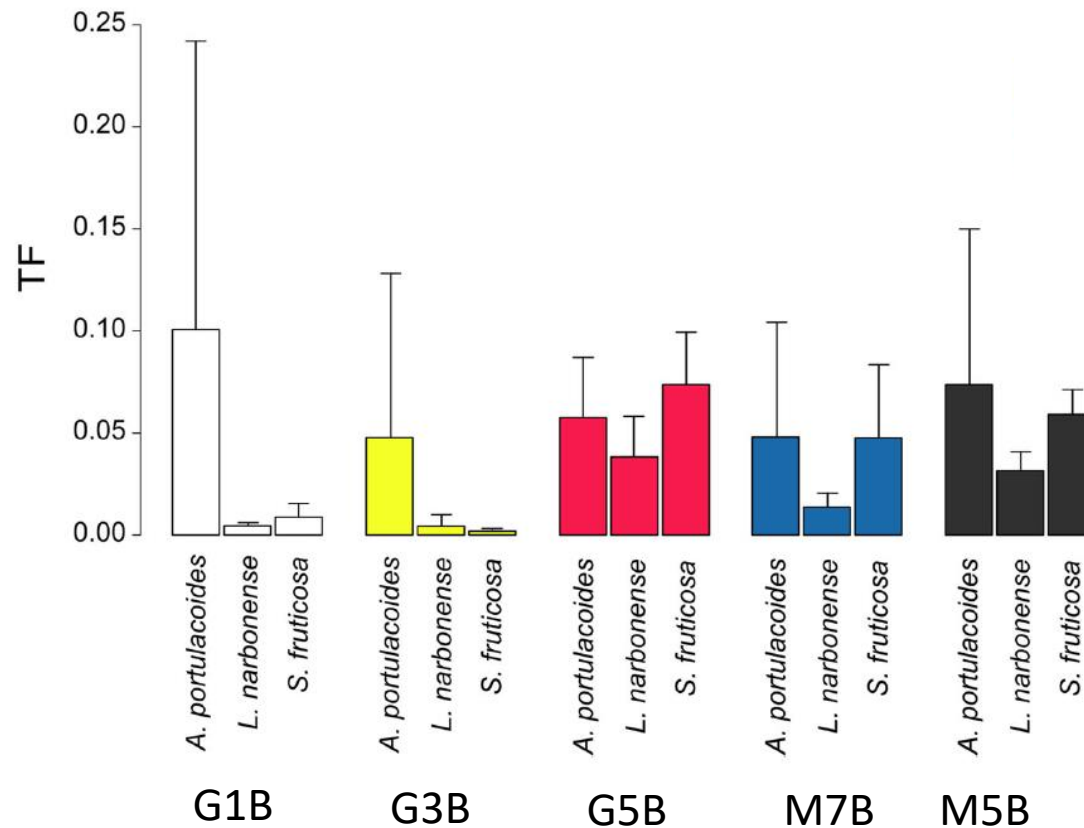


FATTORE DI BIOCONCENTRAZIONE (BF)

$$BF = \frac{|Hg|_{fusto/foglie}}{|Hg|_{radici}}$$

BF medio (fusto/radici) = 0,052

BF medio (foglie/radici) = 0,054



*Valori medi ± SD
(standard deviation) del
fattore di traslocazione
per ognuna delle tre specie
investigate in ciascuna delle
cinque barene*

Esclusione del mercurio dalle parti aeree, già dimostrato per le fanerogame acquatiche (Menegotto 2009-10)

RISULTATI: MERCURIO NELLE ALOFITE

Percentuali medie* di Hg nei diversi organi delle tre specie indagate



specie	% Hg foglie	% Hg fusto	% Hg radici
<i>Atriplex portulacoides</i>	15,3	18,4	66,3
<i>Limonium narbonense</i>	4,0	0,5	95,5
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	8,4	10,7	80,9

*sulla biomassa di ciascun organo (foglie, fusto e radici)

RISULTATI: MERCURIO NELLE ALOFITE

- Differenze significative tra siti (ANOVA, $p < 0,0121$), come tra le barene, ma non tra le diverse specie indagate



Le tre specie adottando una «strategia di tolleranza» al mercurio simile e condividono le stesse condizioni ecologiche



1. *Limonium narbonense* Mill.
2. *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J.Scott
3. *Atriplex portulacoides* L.

Barena Le Mandragole (G6B)

METILMERCURIO (MeHg) NELLE ALOFITE

- Concentrazioni simili nelle due barene indagate (Is. di Barbana, G1B e Marano, M5B)

MeHg nei vegetali:

parti aeree: 0,09-0,16 ng·g⁻¹

radici: 0-500 ng·g⁻¹

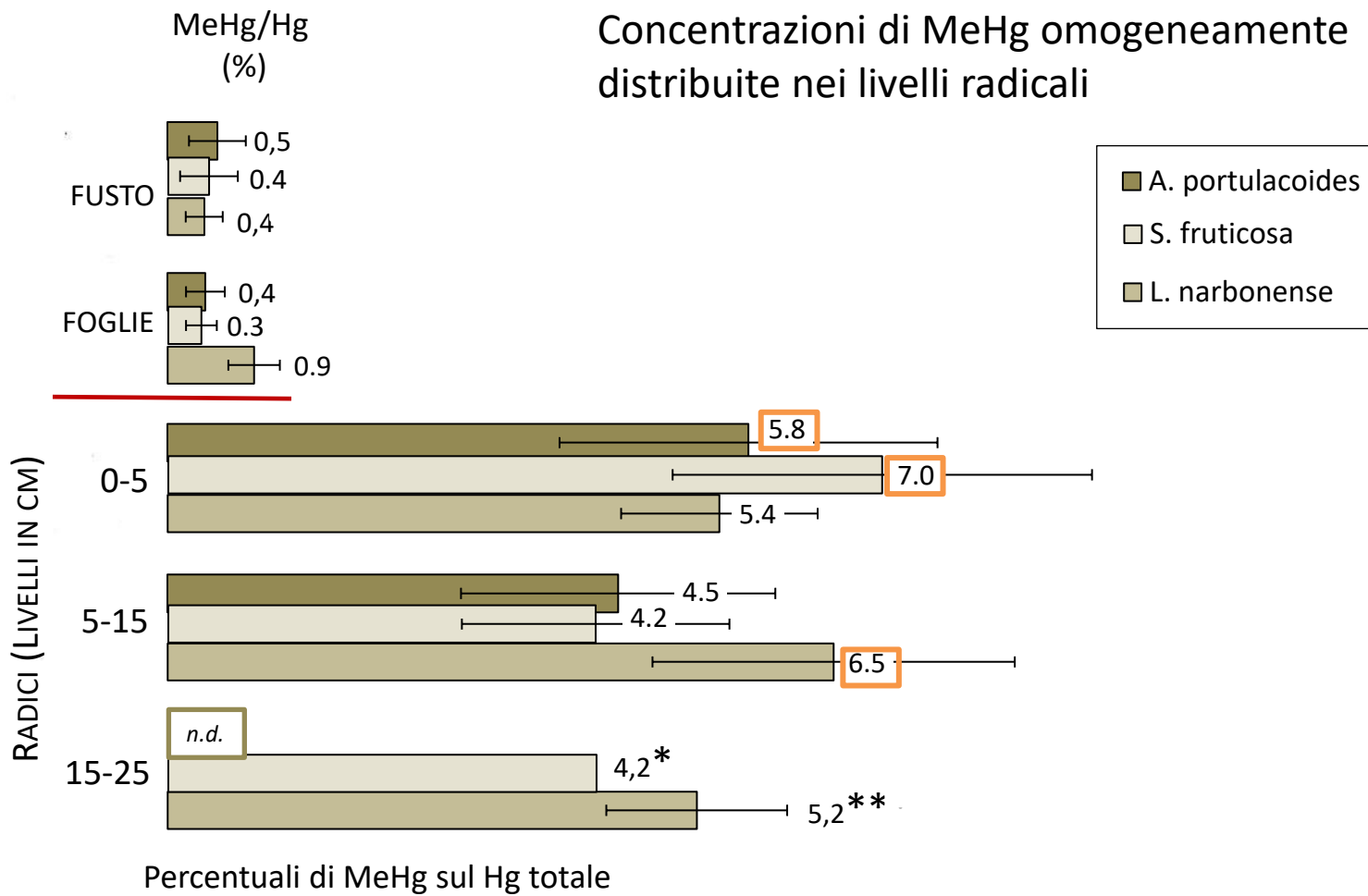
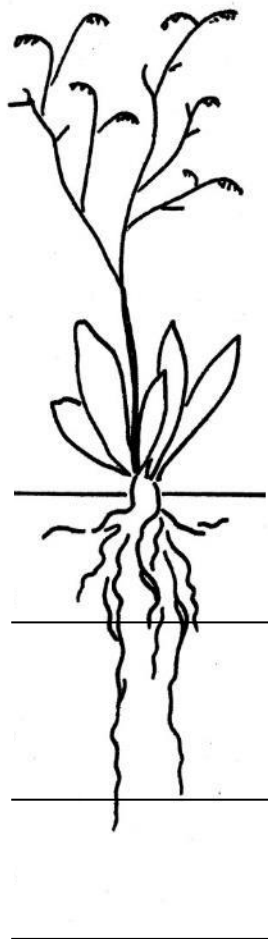
% MeHg nelle radici:

valore medio: 5,1%

valore massimo: 10,8%

- Metilmercurio nei sedimenti lagunari: 0,47-7,85 ng·g⁻¹ (Acquavita *et al.*, 2012)
- Il metilmercurio, nel sedimento, rappresenta, in media, lo 0,08% del mercurio totale fino a valori massimi percentuali pari a 0,31% (Acquavita *et al.*, 2012)

METILMERCURIO NELLE ALOFITE



* Misura su un solo campione

** Misura su due campioni

CONCLUSIONI

- Le concentrazioni di mercurio nel sedimento delle barene confermano il gradiente est-ovest rilevato nei sedimenti intertidali
- Le tre specie vegetali indagate presentano un arricchimento in mercurio nel livello più profondo delle radici
 - Strategia di tolleranza del metallo
- Tutte e tre le specie non traslocano il mercurio alle parti aeree
- Maggior mobilità (e bioaccumulo) del metilmercurio nelle radici ma bassissima traslocazione alle parti aeree

SVILUPPI FUTURI

Individuazione di altre specie



Juncus maritimus Lam.



Spartina maritima (Curtis) Fernald

Analisi del metilmercurio nei sedimenti

Studi sulla speciazione del mercurio ed effetto cicli di marea su condizioni redox e metilazione → «barene sperimentali»



Barena di Canale Belvedere (G3B)



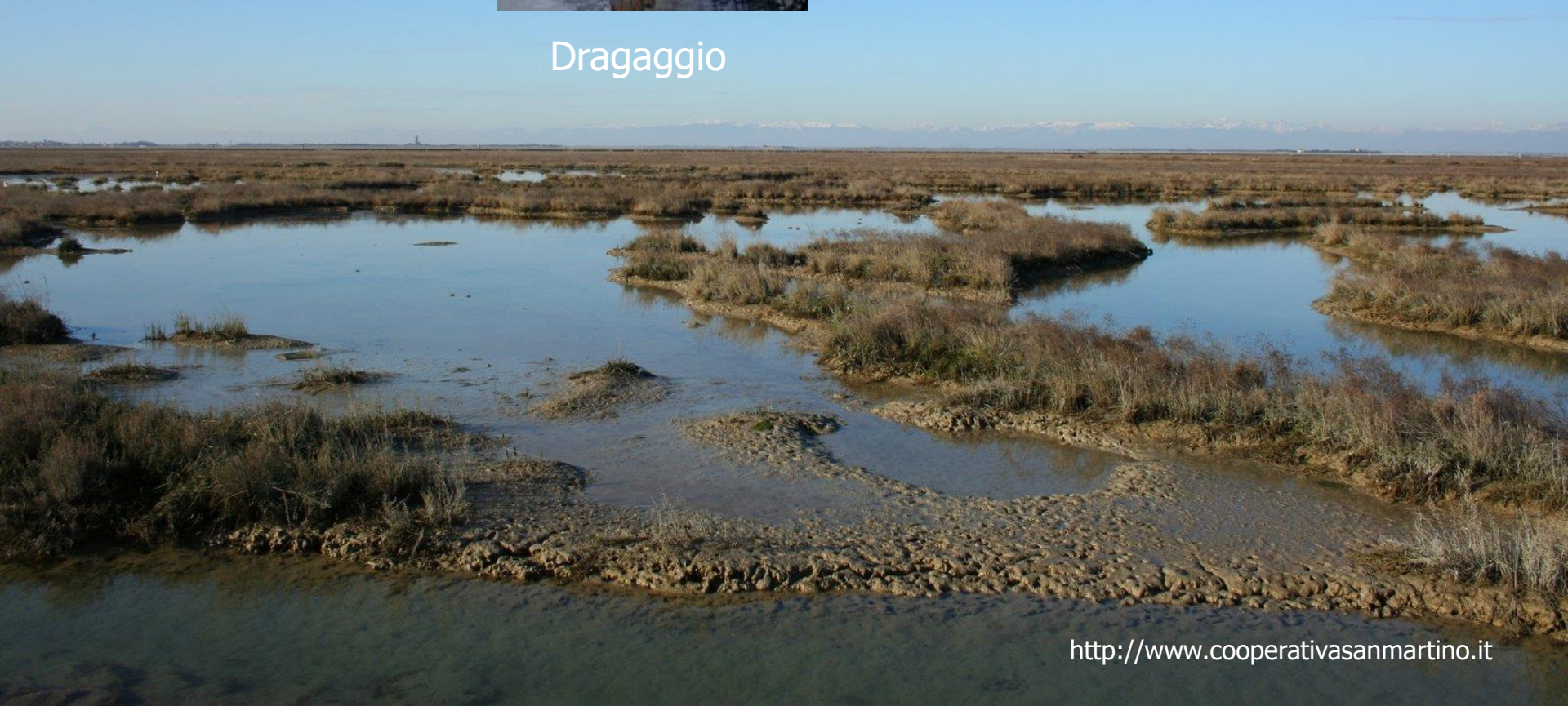
Paratia perimetrale



Dragaggio



Refluinto



..PER SAPERNE DI PIU'

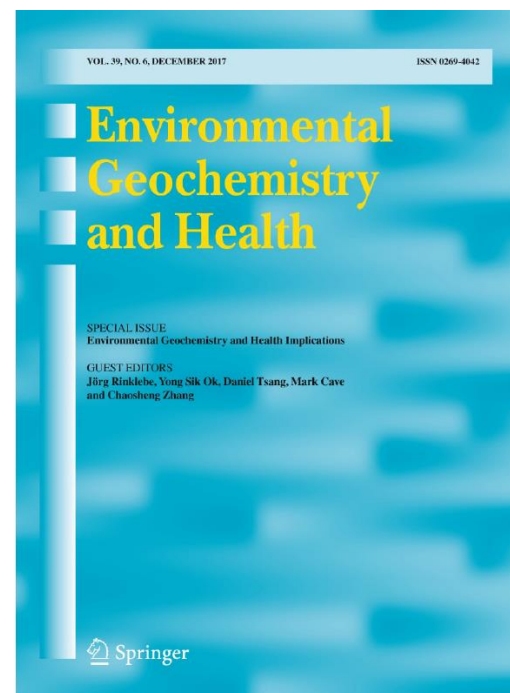
Environ Geochem Health (2017) 39:1273–1289
DOI 10.1007/s10653-017-9981-y



ORIGINAL PAPER

Mercury uptake by halophytes in response to a long-term contamination in coastal wetland salt marshes (northern Adriatic Sea)

E. Pellegrini · E. Petranich · A. Acquavita · J. Canário · A. Emili · S. Covelli



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE
Dipartimento di Matematica & Geoscienze (DMG)

STUDIO DELLE AREE BARENICOLE DELLA LAGUNA DI MARANO E GRADO

