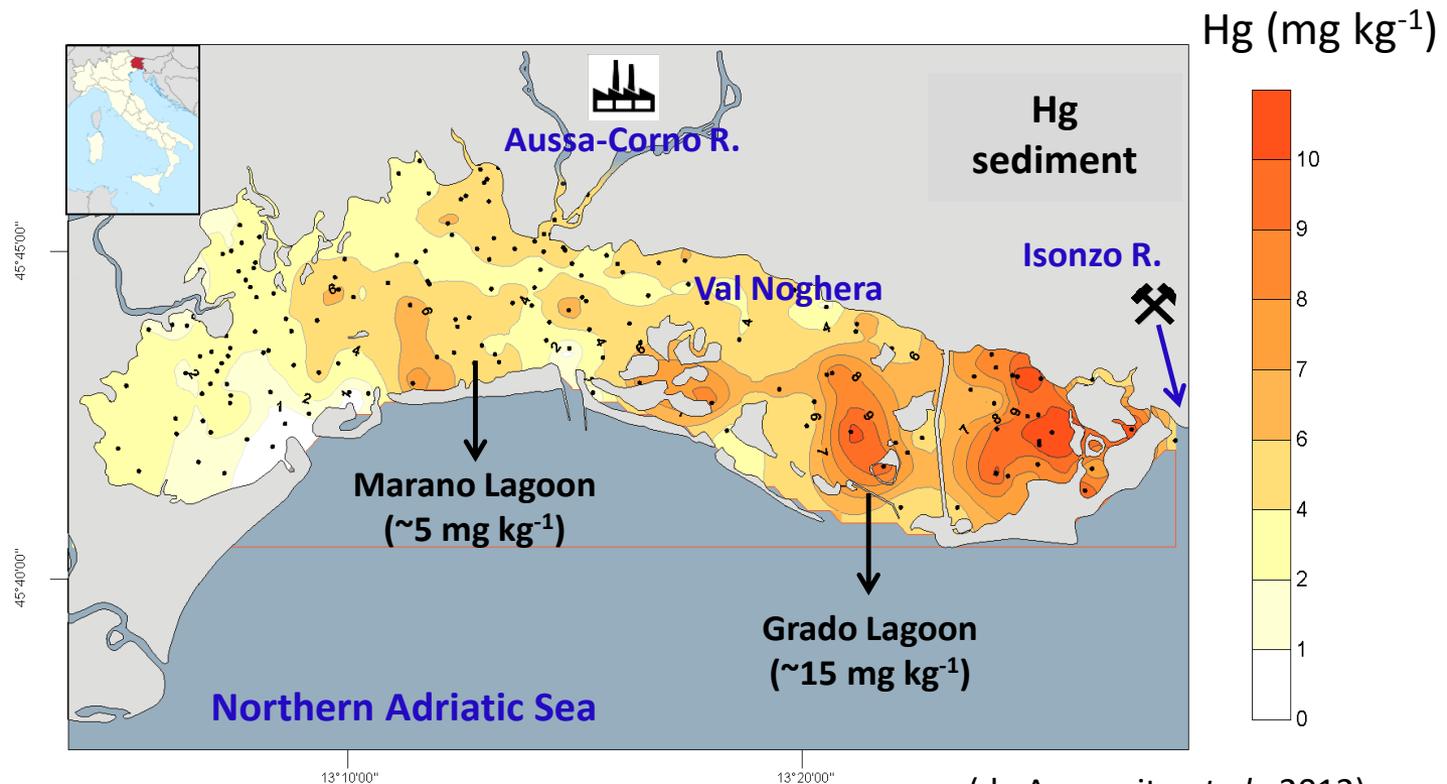


# IL MERCURIO NEI SEDIMENTI LAGUNARI

## LE FONTI:

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



(da Acquavita *et al.*, 2012)

- 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*

# SCOPI DEL LAVORO

## 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.

# MATERIALI E METODI



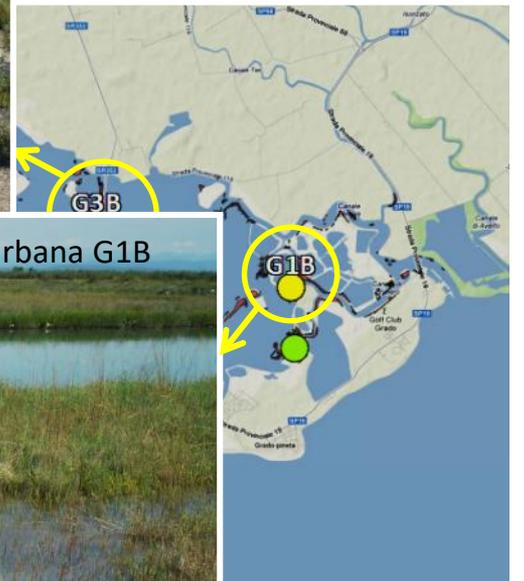
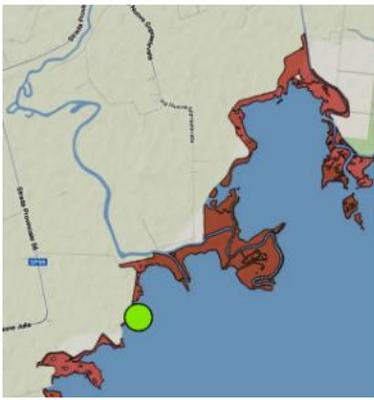
Barena di Marano M5B



Is. della Gran Chiusa G5B



Canale Belvedere G3B



Isola di S. Andrea M7B



Is. di Barbana G1B



# LE SPECIE INDAGATE

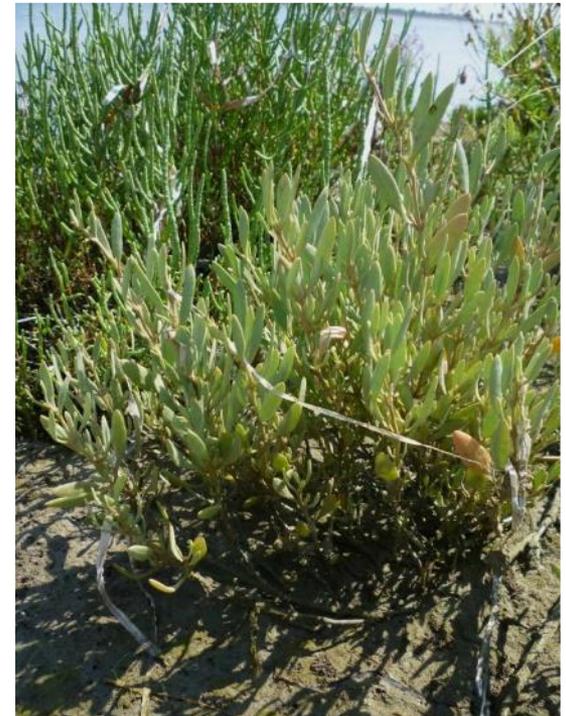
*Sarcocornia fruticosa* (L.) J.A. Scott



*Limonium narbonense* Mill.



*Atriplex portulacoides* L.



# IL CAMPIONAMENTO

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

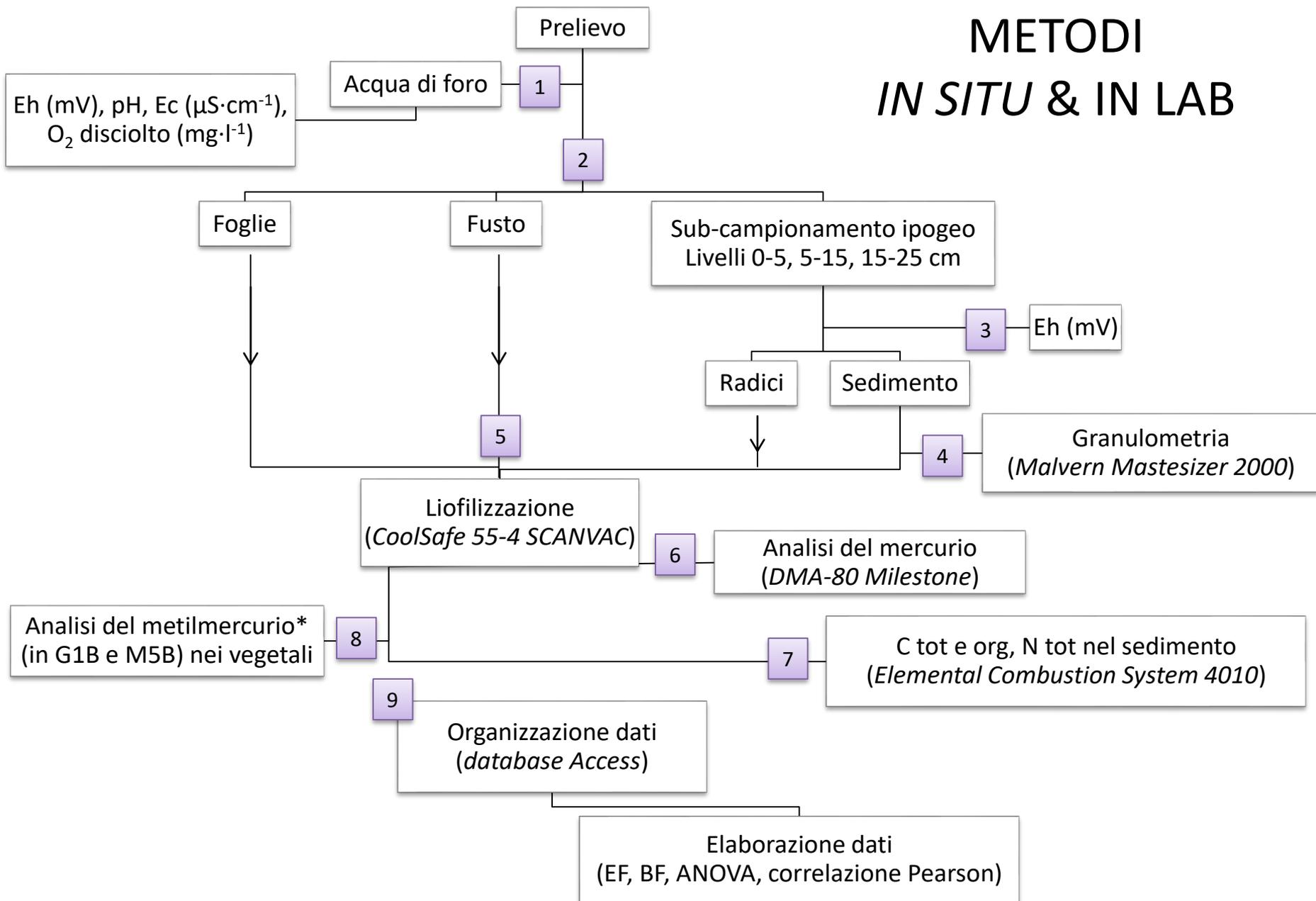


Barena M5B presso Marano



- a) separazione della parte aerea di un esemplare di *Limonium narbonense*, b) prelievo della parte epigea tramite sgorbia; 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

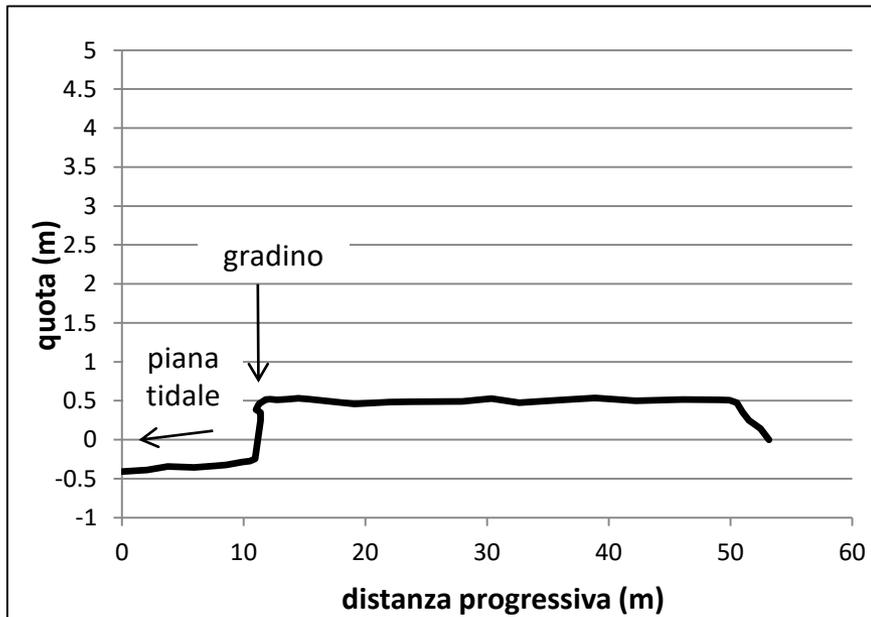
- Conducibilità elettrica ( $E_c$ ), pH ed ossigeno disciolto presentano valori simili nelle diverse barene
- Potenziale redox ( $E_h$ ) misurato nell'acqua variabile nelle diverse barene ma anche nei diversi siti
- $E_h$  nel sedimento molto variabile (Cazzin *et al.*, 2009)
  - valori più bassi nel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

## Valore medio di $E_h$ (mV) nei tre livelli sedimentari

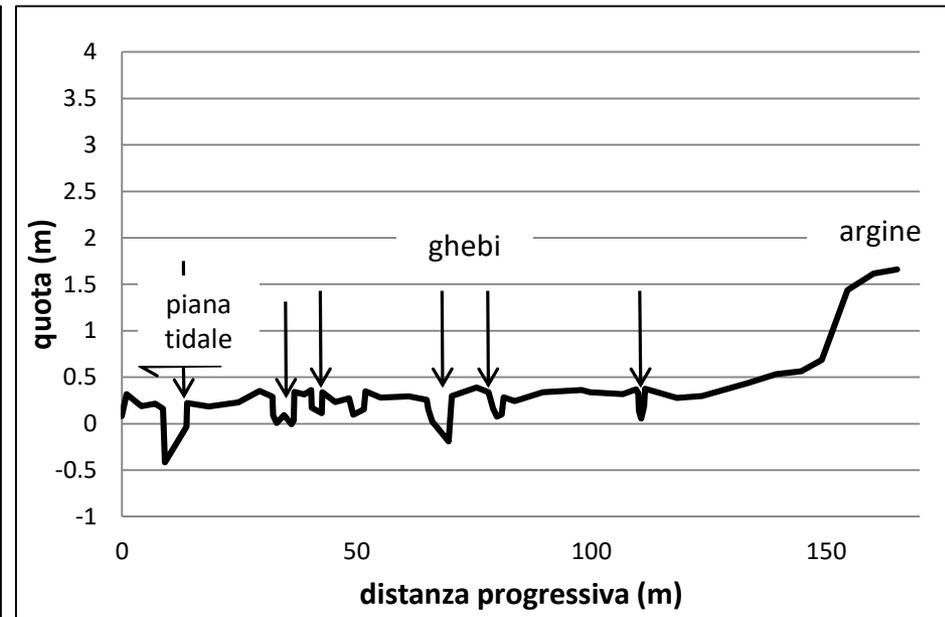
Livello	G1B	G3B	G5B	M5B	M7B
0-5 cm	5	72	-31	47	22
5-15 cm	17	65	-34	52	-40
15-25 cm	-20	63	-245	14	-85

# 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)



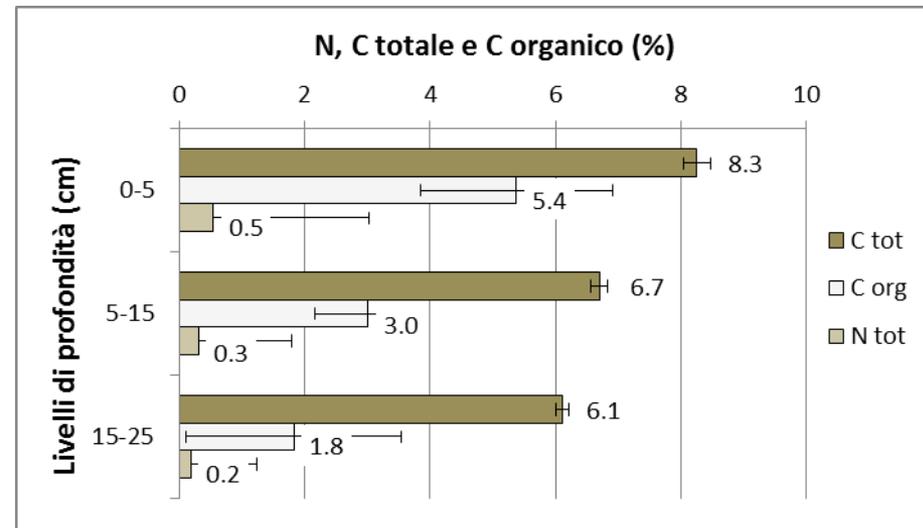
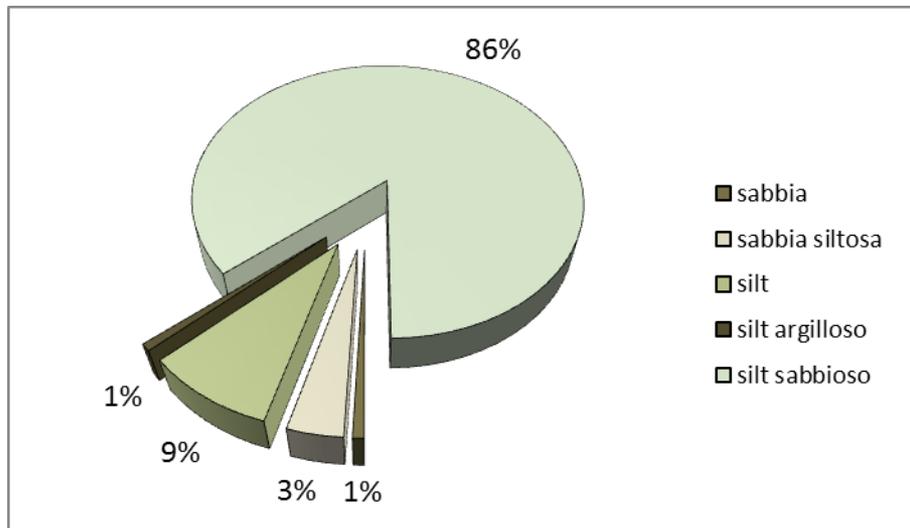
Profilo topografico della barena di Marano (M5B)



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

# RISULTATI: GRANULOMETRIA E SOSTANZA ORGANICA

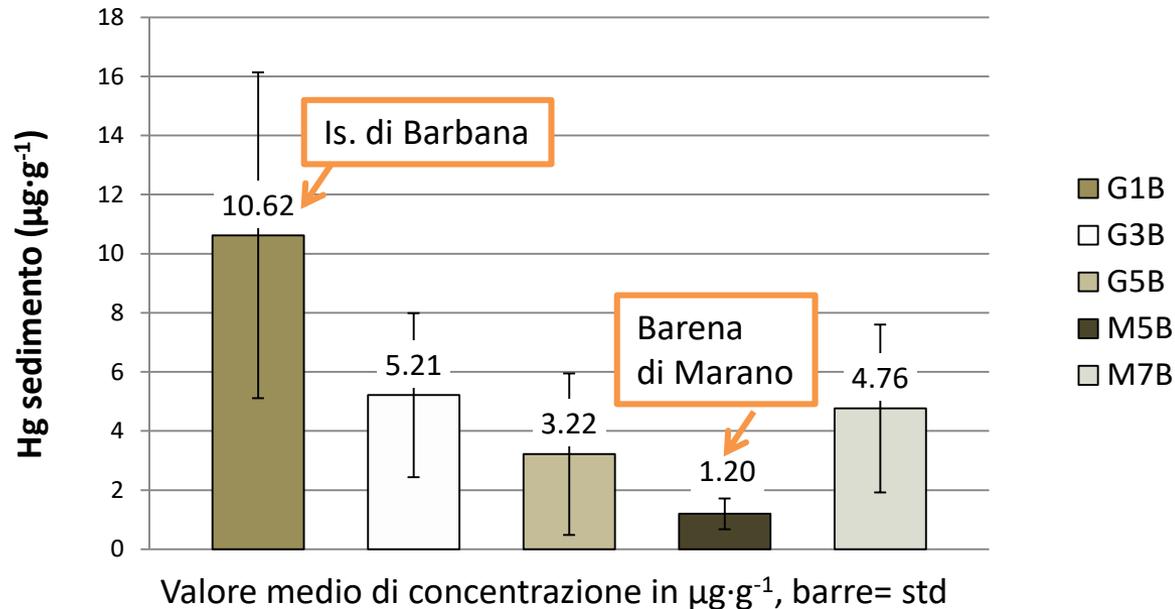
- Silt sabbioso preponderante (G3B e M7B più grossolane in profondità, G1B, G5B e M5B più fini in superficie) ma influenzato dalle modalità di subcampionamento delle carote.
- C org corrisponde, mediamente, al 50 % del C totale, ed è discretamente più elevato rispetto ai sedimenti lagunari.
- C tot,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

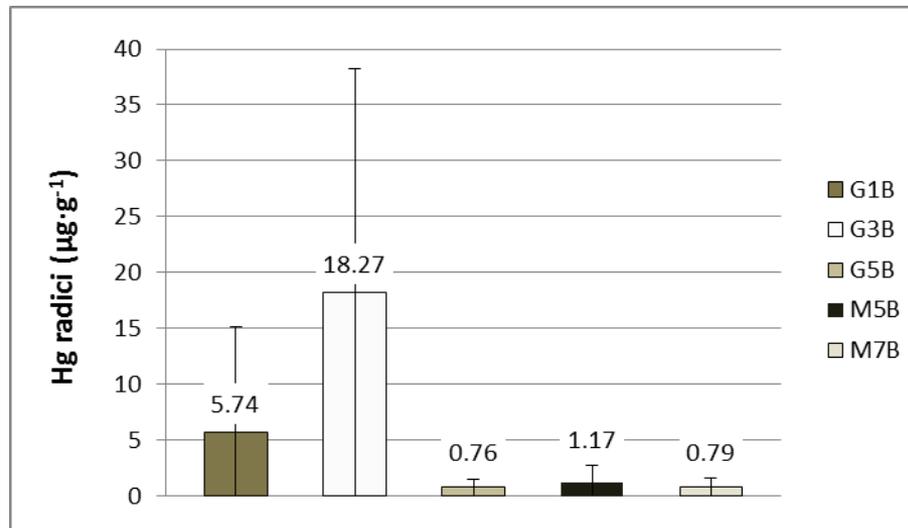
Mercurio **non** agisce come fattore selettivo

# 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  $122 \mu\text{g g}^{-1}$ ).



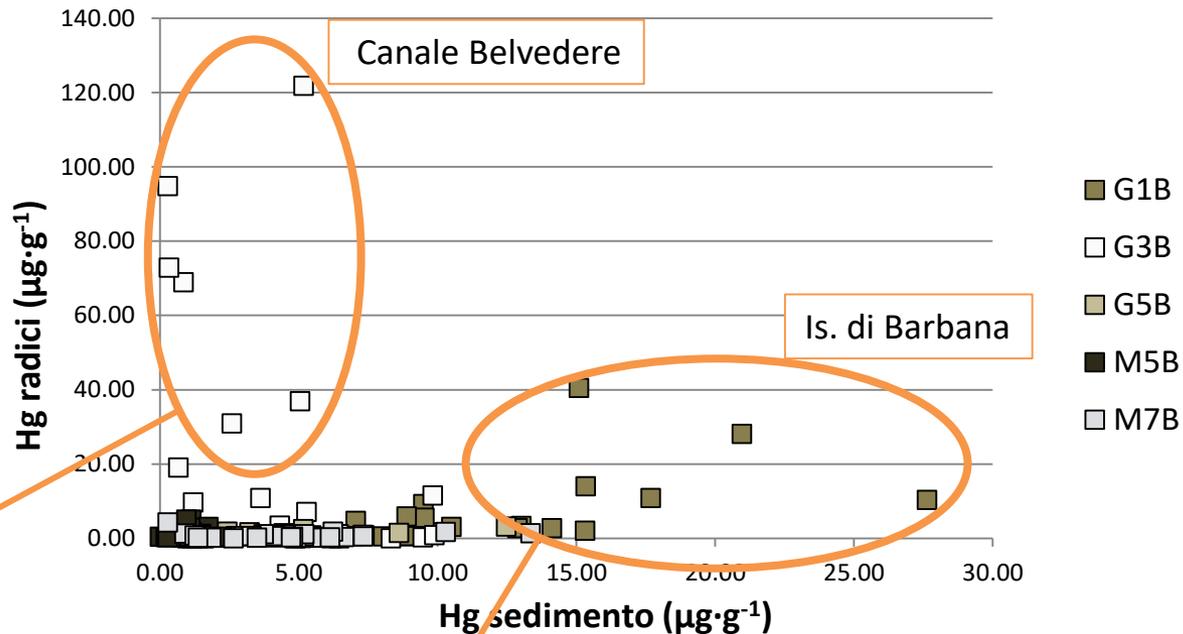
Bassa traslocazione del metallo all'interno della pianta («strategia di tolleranza»)



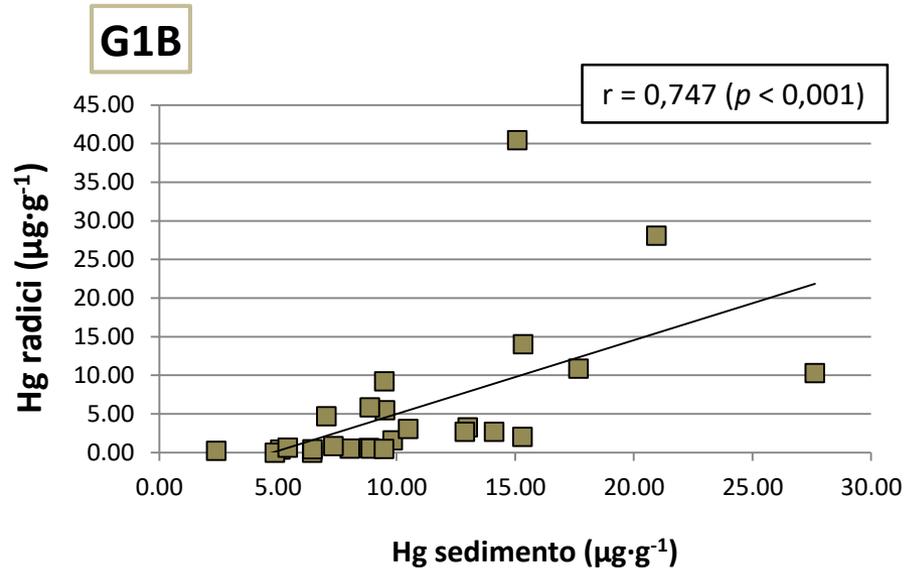
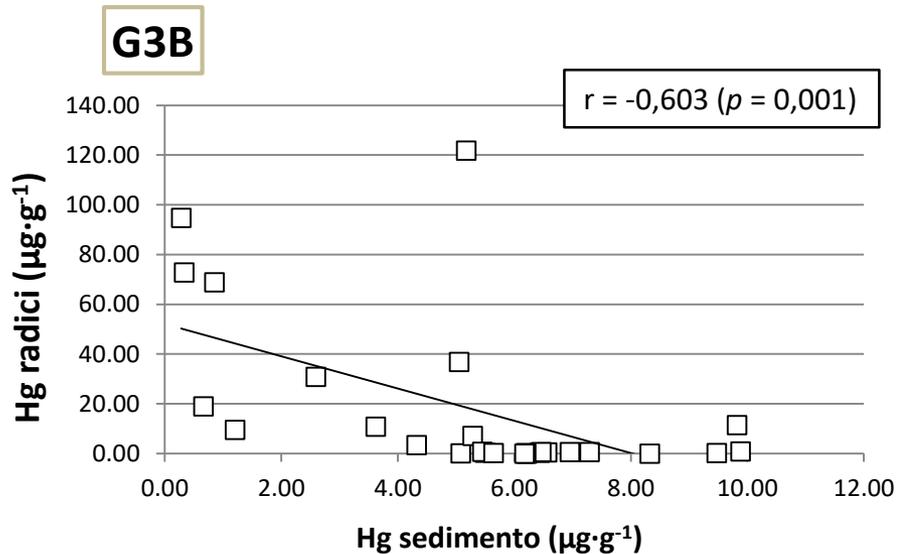
Contenuto medio di Hg nelle **radici** di ciascuna barena

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

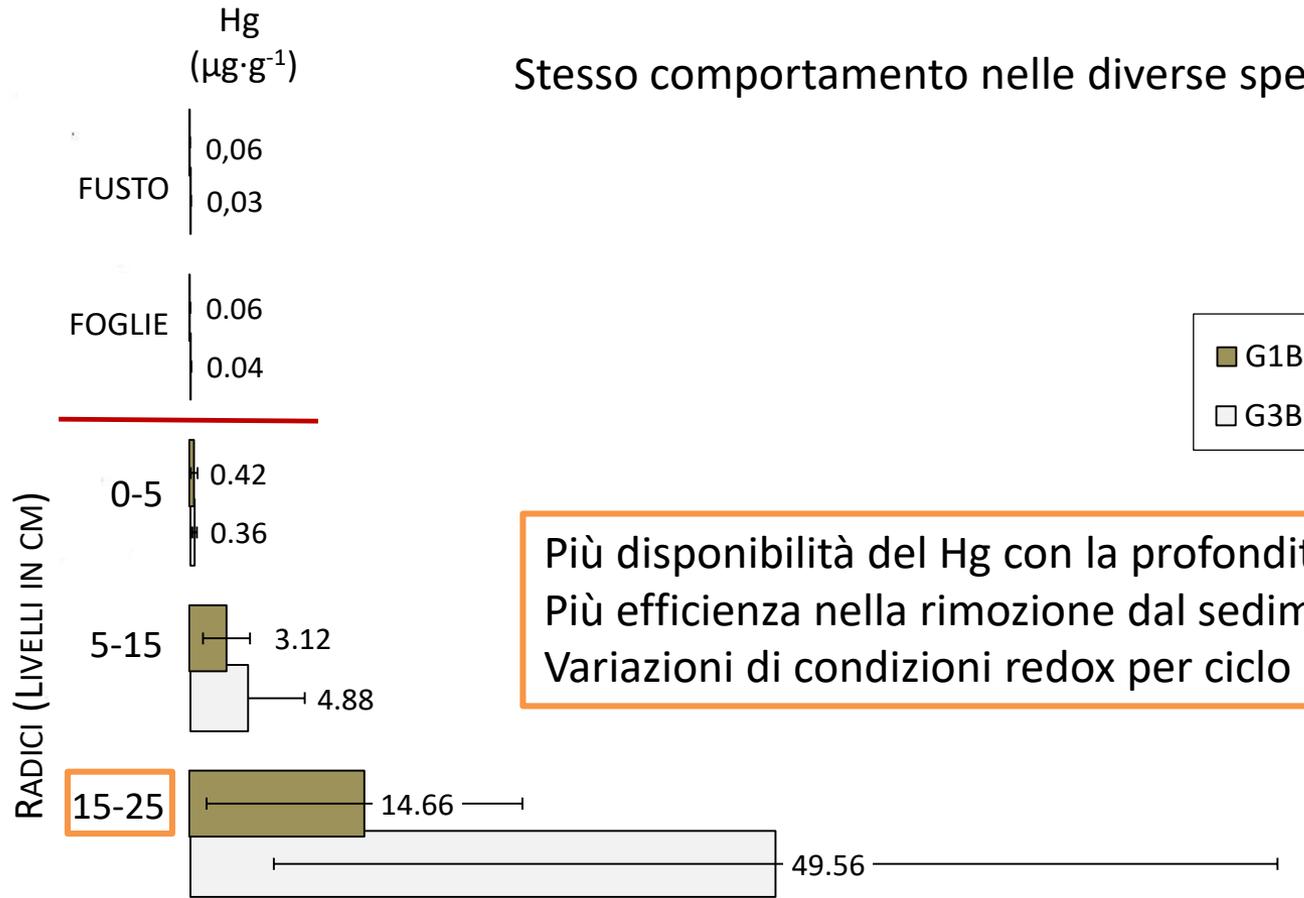
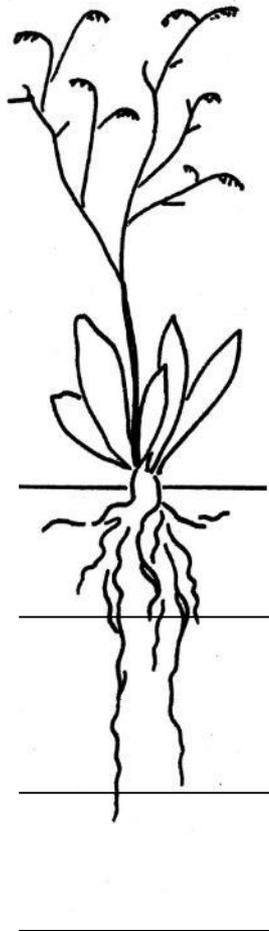
Hg nei vegetali:  
radici: 0-121  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$



Risultati simili in Castro *et al.* (2009)



# MERCURIO NELLE ALOFITE



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)!

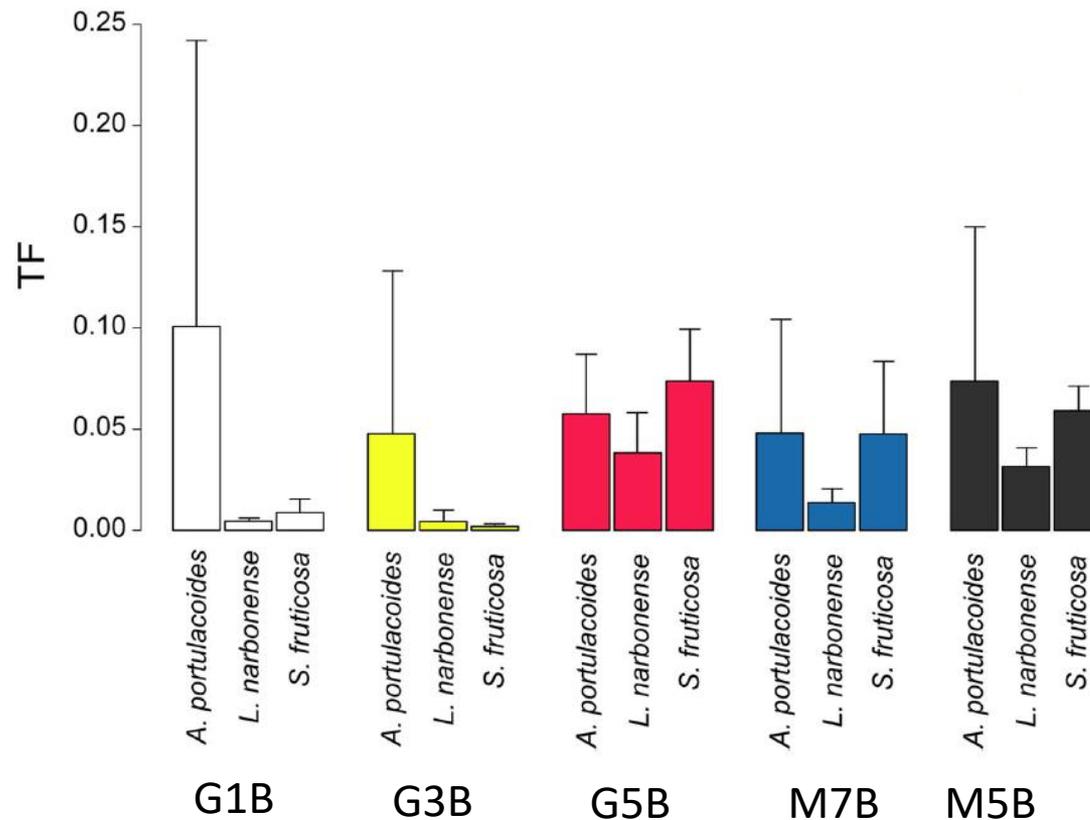


# FATTORE DI BIOCONCENTRAZIONE (BF)

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

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

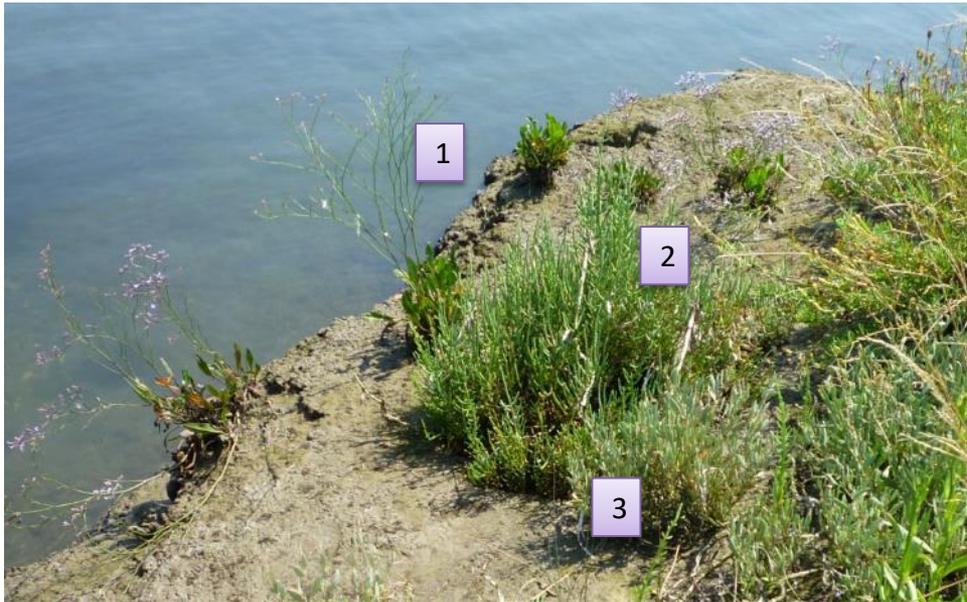
\*sulla biomassa di ciascun organo

# 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 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<sup>-1</sup>

radici: 0-500 ng·g<sup>-1</sup>

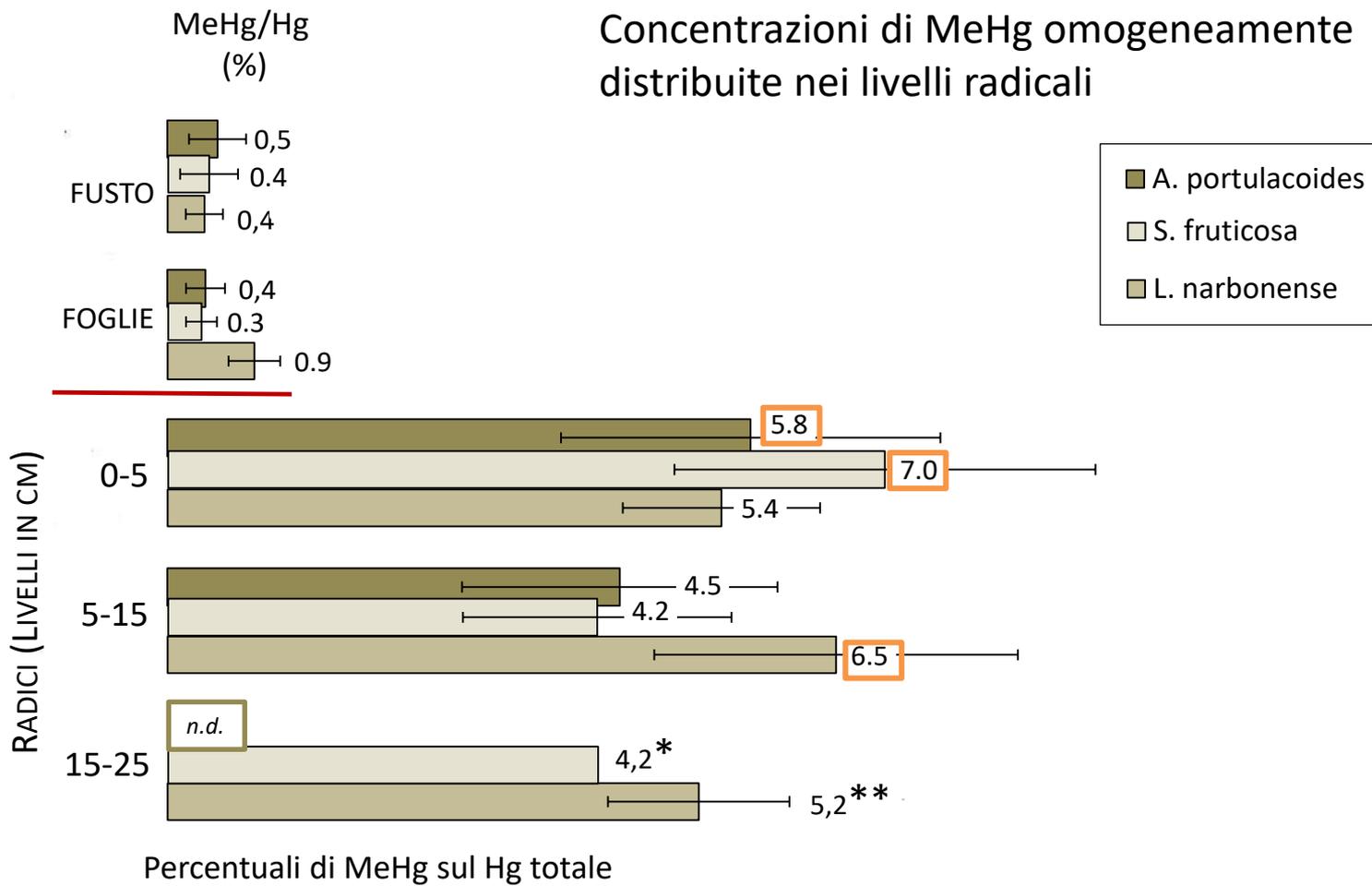
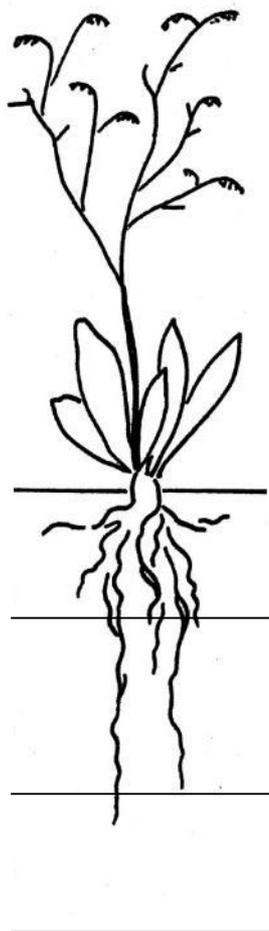
% MeHg nelle radici:

valore medio: 5,1%

valore massimo: 10,8%

- Metilmercurio nei sedimenti lagunari: 0,47-7,85 ng·g<sup>-1</sup> (Acquavita *et al.*, 2012)
- Il metilmercurio rappresenta, in media, lo 0,08% del mercurio totale nel sedimento, 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)



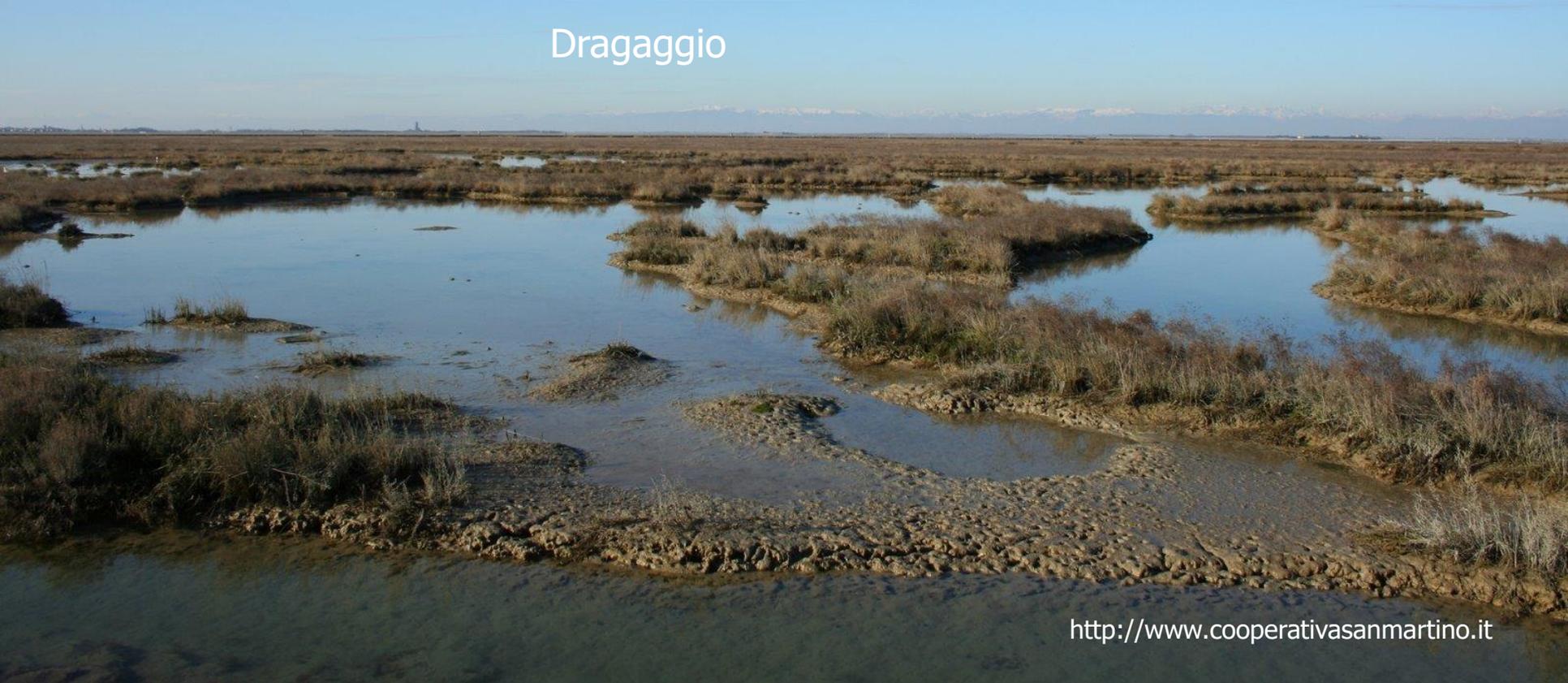
Paratia perimetrale



Dragaggio



Refluinto



# ..PER SAPERNE DI PIU'

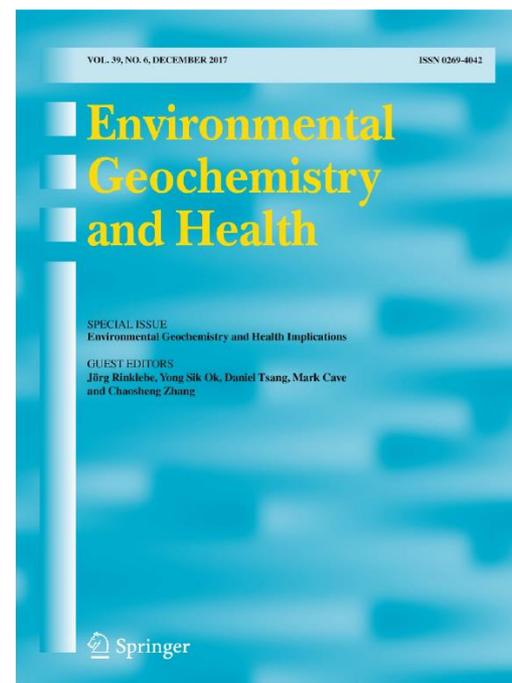
Environ Geochem Health (2017) 39:1273–1289  
DOI 10.1007/s10653-017-9981-y



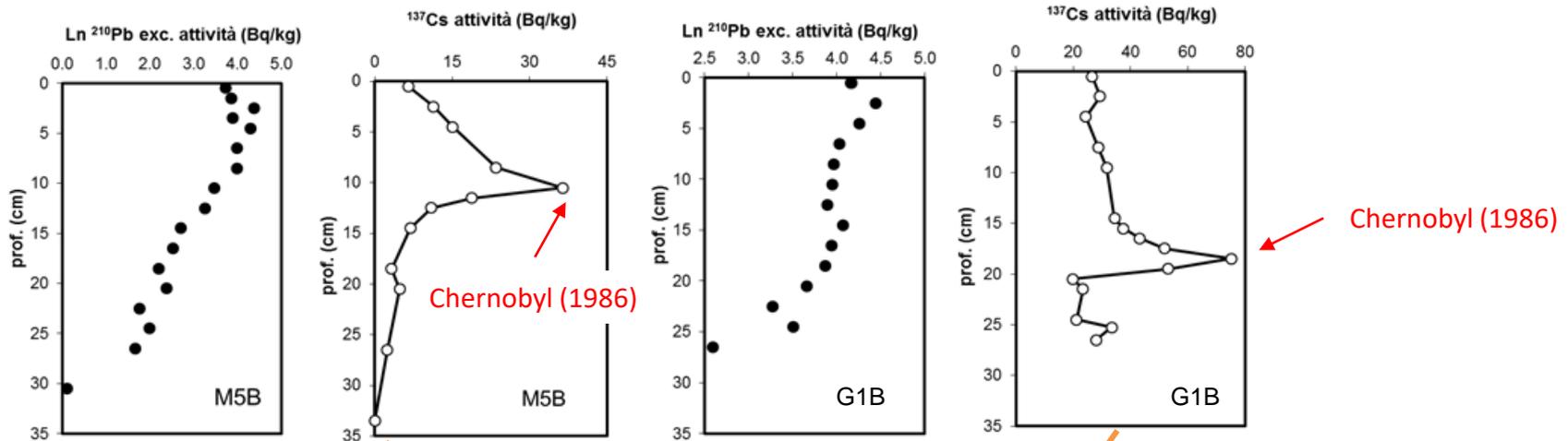
ORIGINAL PAPER

## 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



# Profili di concentrazione del Hg e tassi di sedimentazione ( $^{210}\text{Pb}$ e $^{137}\text{Cs}$ )

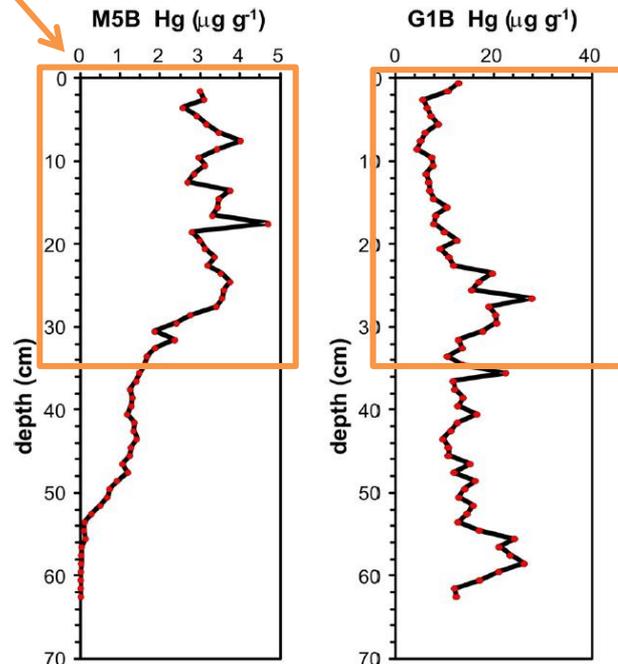


## Tassi di sedimentazione

	$S_{210\text{Pb}}$	$S_{137\text{Cs}}$
	cm y <sup>-1</sup>	cm y <sup>-1</sup>
0-5 cm	0.41	0.48
> 5 cm	0.24	

(Covelli *et al.*, 2012)

M5B - Marano



## Tassi di sedimentazione

	$S_{210\text{Pb}}$	$S_{137\text{Cs}}$
	cm y <sup>-1</sup>	cm y <sup>-1</sup>
0-18.5 cm	0.63	0.74
18.5-25 cm		0.30

G1B - Is. Barbana

Fig. 6 Vertical profiles of Hg concentrations in cores M5B (left) and G1B (right) along 63 cm