

Valorizzazione di servizi e funzioni ecosistemiche nel reticolo idrografico secondario: opportunità e soluzioni *low-cost* per il contenimento dei carichi diffusi dell'azoto

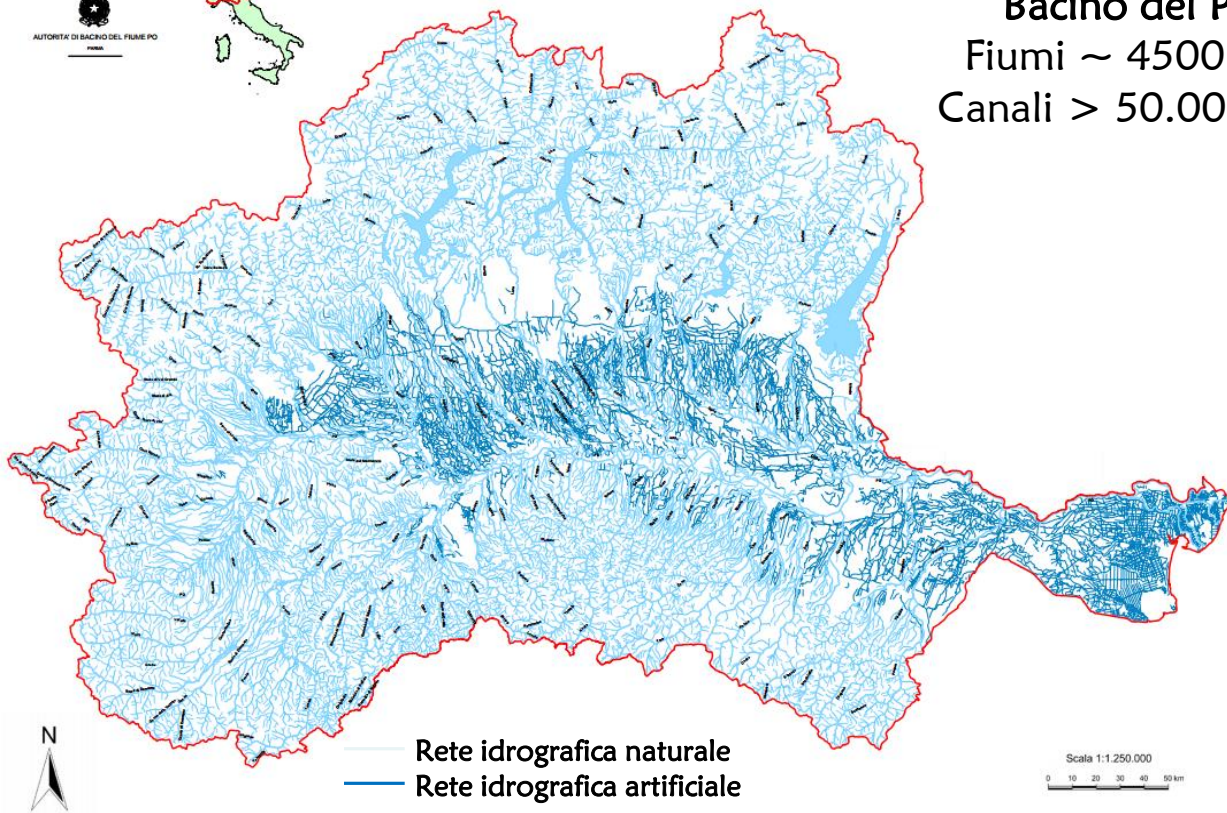
Dott. ssa Elisa Soana
Dott. Marco Bartoli

elisa.soana@gmail.com

Università degli Studi di Parma
Dipartimento di Bioscienze



Bacino del Po
Fiumi ~ 4500 km
Canali > 50.000 km



Rete dei canali di bonifica e irrigazione

→ Gestione

- mantenimento capacità di trasporto dell'acqua a fini irrigui
- riduzione rischio di esondazioni

→ Mancanza di piani integrati di monitoraggio



OUTLINE

Servizi ecosistemici forniti da ambienti del reticolo idrografico secondario in contesti di pianura ad elevata vocazione agro-zootecnica

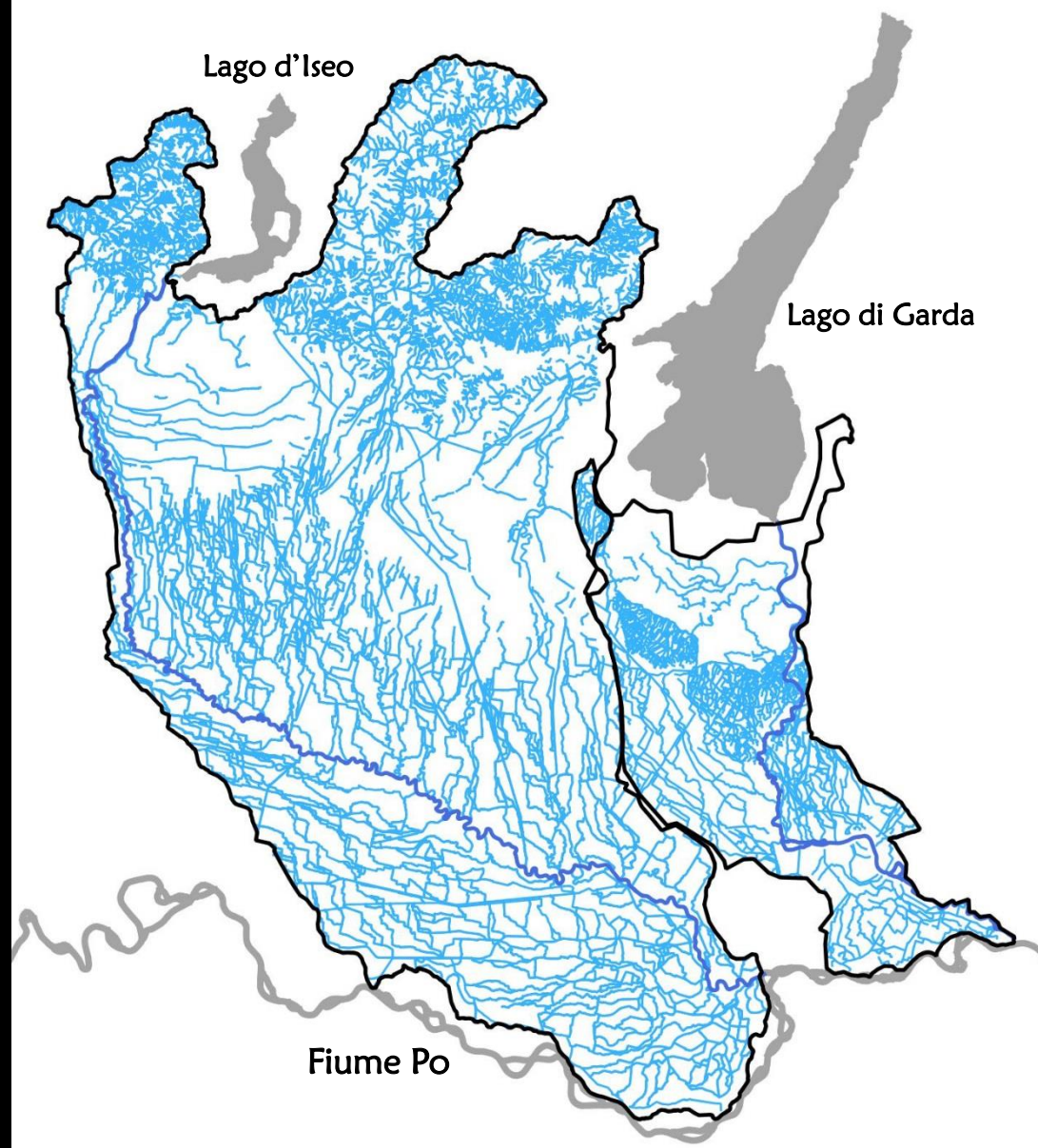
... alcuni esempi ...

- 1) potenzialità di dissipazione dei carichi azotati
- 2) controllo di nutrienti e gas serra mediato dalle interazioni tra macrofite radicate e comunità microbiche
- 3) gestione attiva di FTB a fini energetici (microfiliera)

1) potenzialità di dissipazione dei carichi azotati

**FIUME
OGLIO
SUBLACUALE**
156 km
~ 3800 km²
>60% SAU

1.200.000 abitanti
650.000 bovini
2.100.000 suini



**FIUME
MINCIO**
75 km
~ 800 km²
>90% SAU

200.000 abitanti
140.000 bovini
520.000 suini

Reticolo minore > 12.500 km
Fasce tampone boscate > 9.500 km
Zone umide < 200 ha

Reticolo minore > 1.900 km
Fasce tampone boscate > 1.700 km
Zone umide > 2.200 ha



Reticolo minore

Stima di tassi teorici di denitrificazione
modello di Christensen et al. (1990)
Dati di input: $[\text{NO}_3^-]$, $[\text{O}_2]$, consumo O_2 sedimento



Up-scaling all'intera estensione del reticolo
(dati SIBITeR - Sistema Informativo per la Bonifica, l'Irrigazione e il
Territorio Rurale, Regione Lombardia)



Fasce tampone boscate

Range di tassi di rimozione dalla letteratura
(Mander et al., 1997; Christen & Dalgaard, 2013)



Up-scaling all'intera estensione delle fasce boscate
(dati Filari Siepi DUSAF 3,0, Regione Lombardia)



Zone umide

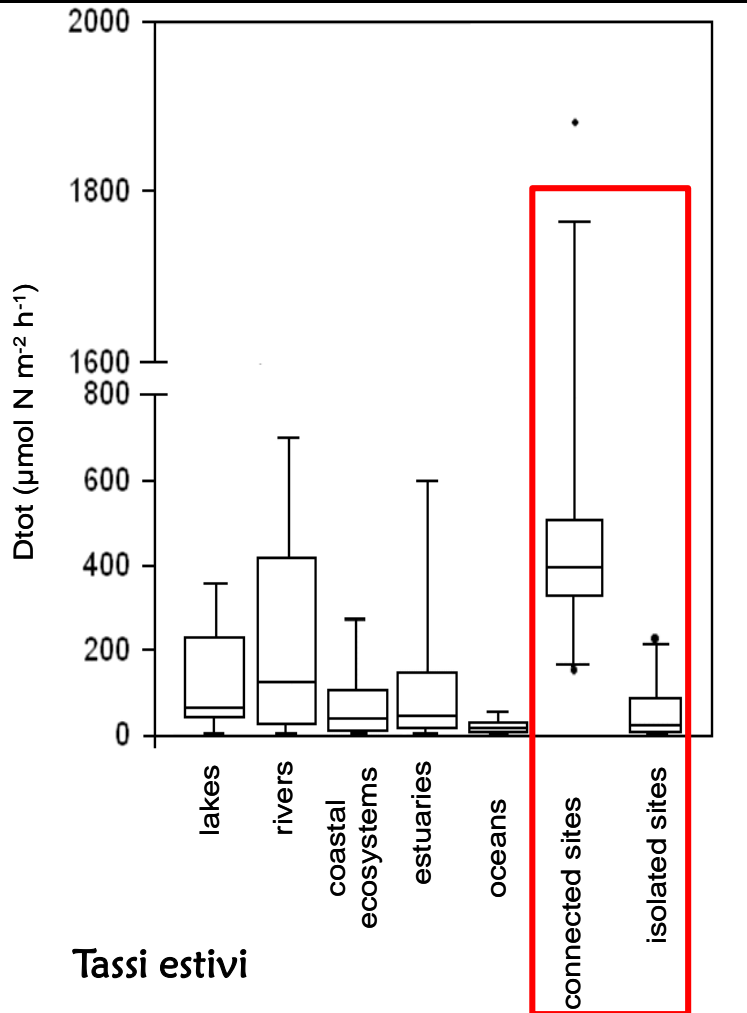
Misura di tassi di denitrificazione in oltre 20 ambienti
(Racchetti et al., 2011; Pinardi et al., 2011)



Up-scaling all'intera estensione delle zone umide
(dati Aree Umide, Cartografia Geoambientale, Regione Lombardia)

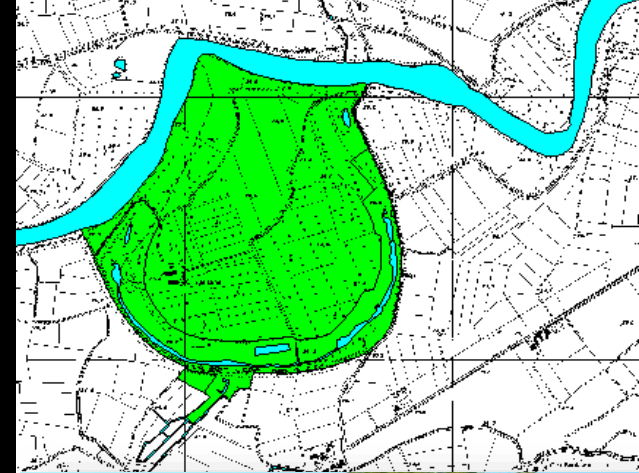
Esempio di *servizio ecosistemico di regolazione*: rimozione dell'azoto per denitrificazione

>20 zone umide
(lanche, bodri, stagni, paludi)
connesse idraulicamente al fiume o isolate



Tasso medio di
denitrificazione
 $400 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$
(range 150–1260)

Racchetti et al., 2011



Bilancio N nel suolo agricolo

(Soana et al., 2011;
Bartoli et al., 2012;
Soana, Pinardi et al.
unpublished)

t N anno ⁻¹	Oglio	Mincio
Reflui zootecnici	51512	12776
Fertilizzazioni chimiche	33564	3926
Fissazione biologica	12182	3827
Deposizioni atmosferiche	1800	486
Fanghi di depurazione	1057	-
Σinput	100115	21015
Asportazione colture	38915	9349
Volatilizzazione di ammoniaca	12704	2212
Denitrificazione nel suolo agrario	8440	1658
Σoutput	60060	13220
Bilancio	40056	7795

Qual è il destino
del surplus di N?

Export fluviale	13000	1600
Rimozione zone umide	250	450
Rimozione reticolo	5500	3000
Rimozione FTB	3000	1400

30% 70%
del «Missing N»

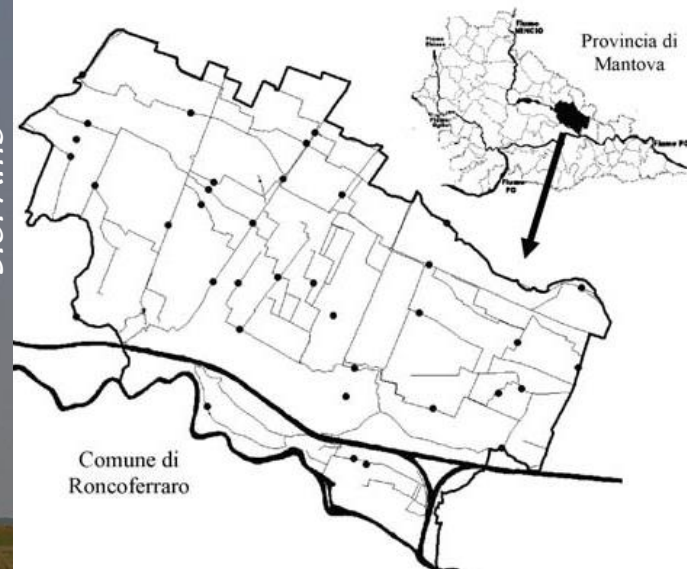
Reflui zootecnici

Fertilizzazioni

Fissazione biologica

Deposizioni atmosferiche

Longhi et al. 2011
- Biol Amb



994

Asportazione
colture

710

Volatilizzazione
Denitrificazione

148

Denitrificazione

136

>217

Output

596

?

Assimilazione

Input

814

t N anno⁻¹

Rimozione N nel reticolo
(>200 km)

~ 1 t N km⁻¹ anno⁻¹

↓
6 X

carico N generato dalla
popolazione residente

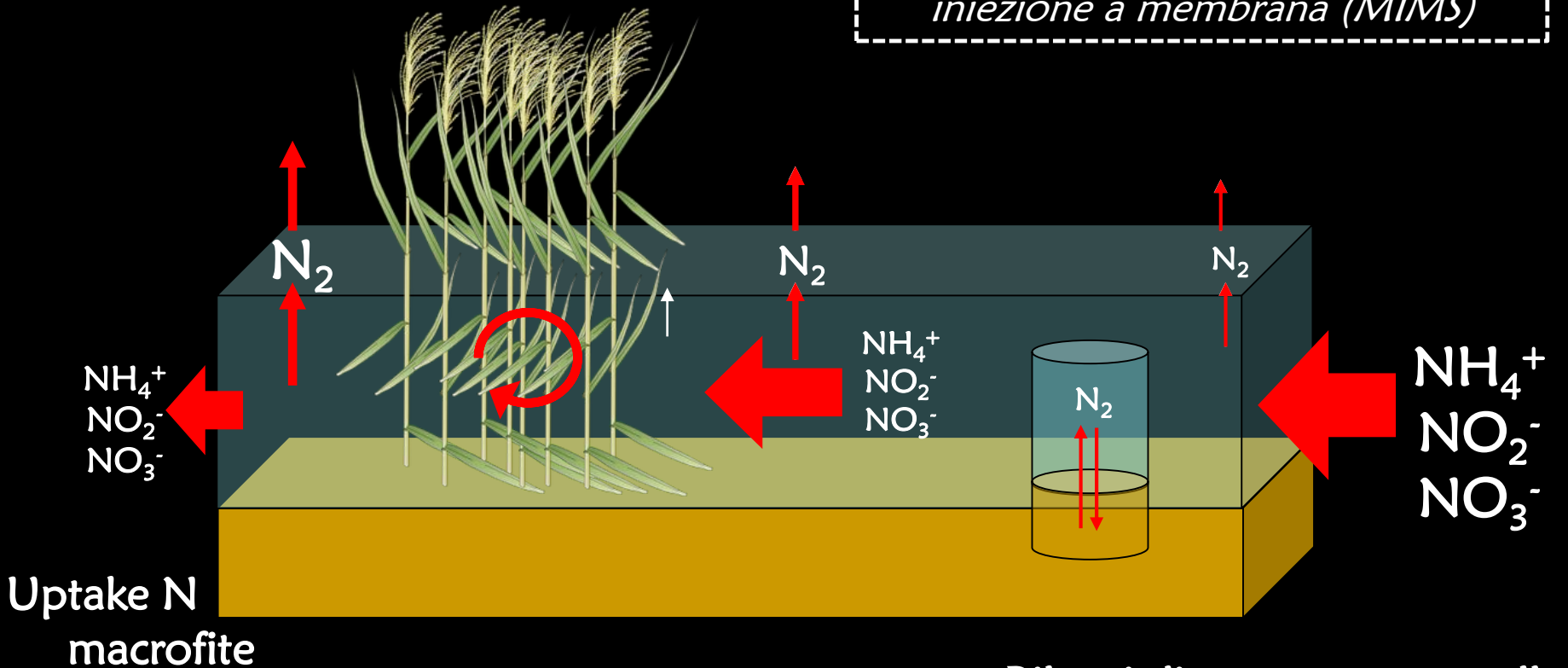


Integrazione di approcci tradizionali e innovativi

Denitrificazione open-channel

Laursen and Seitzinger, 2002

Misura del rapporto $N_2:Ar$ in acqua mediante spettrometria di massa con iniezione a membrana (MIMS)



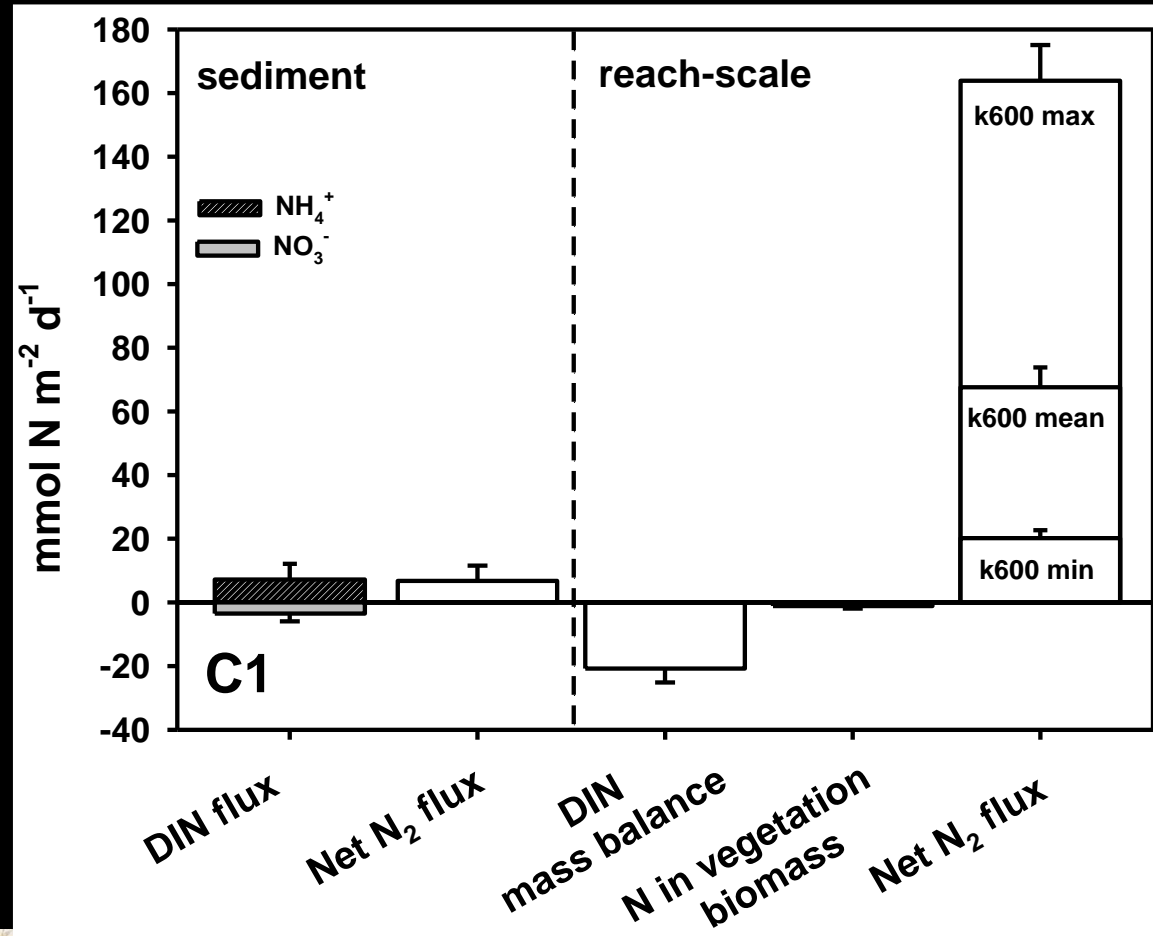
Incubazione di carote di sedimento

Dalsgaard et al. 2000

Bilanci di massa monte-valle

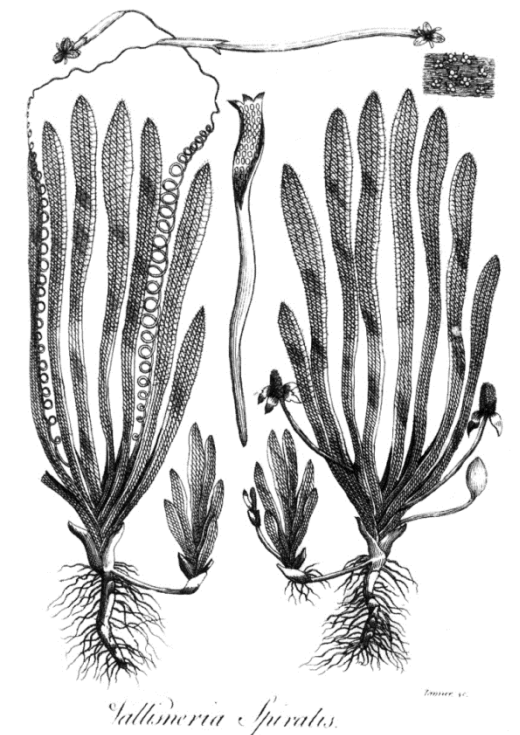
Burns, 1998

Canale Fornaro
(bacino del Po di
Volano)



Castaldelli et al.
2015
*Agr Ecosyst
Environ*

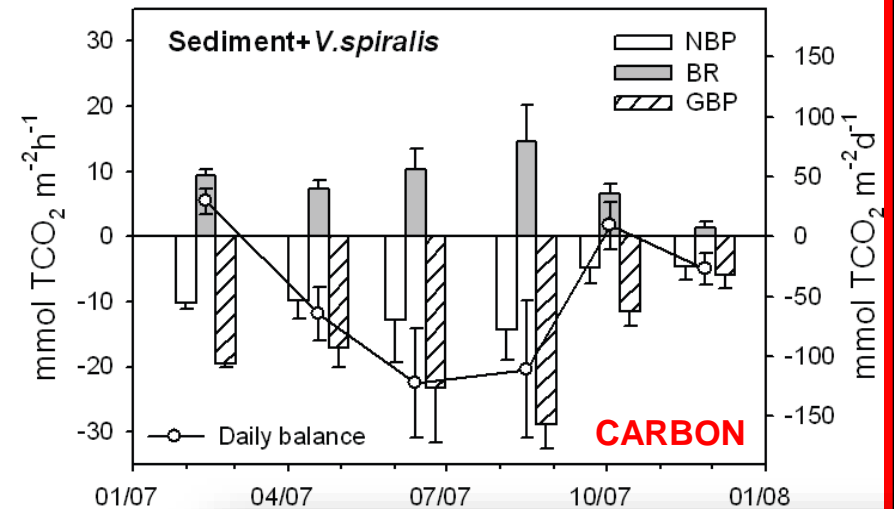
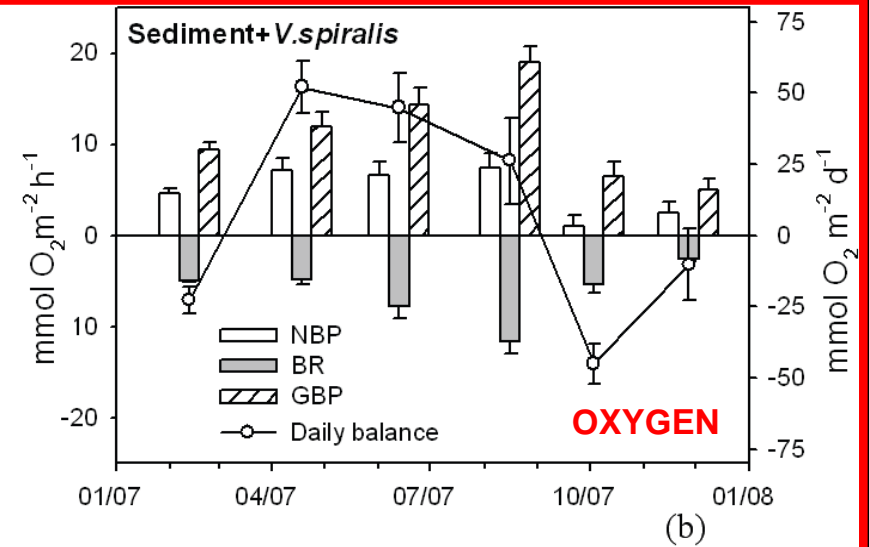
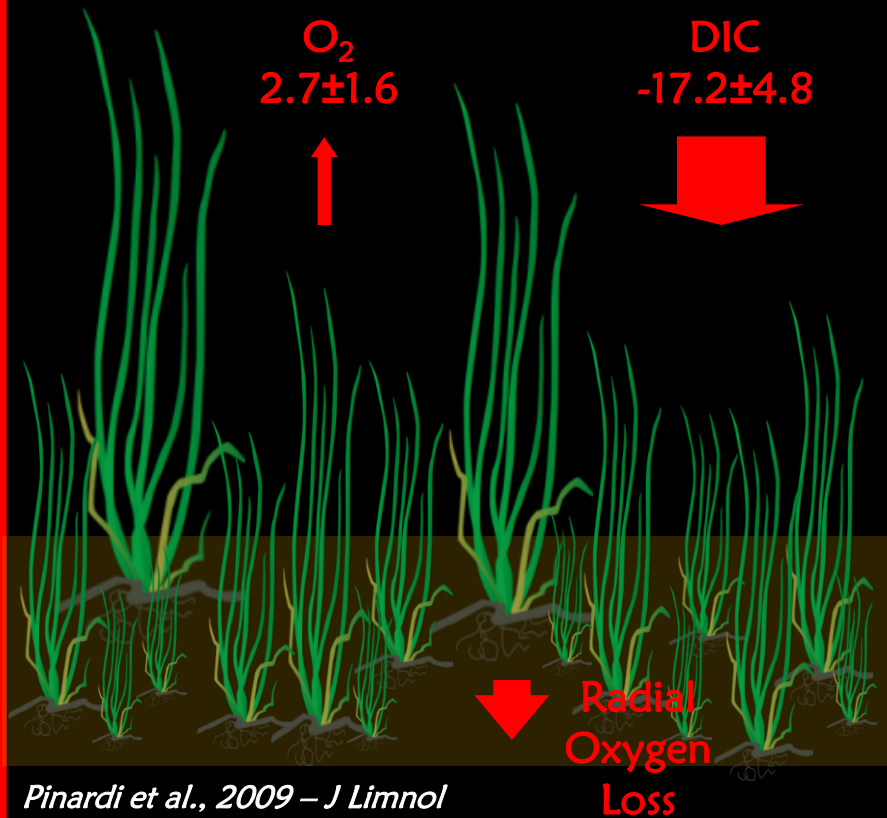




Vallisneria spiralis L.
(Hydrocharitaceae)



Gas fluxes in *V. spiralis* sediments (mol m⁻²yr⁻¹)



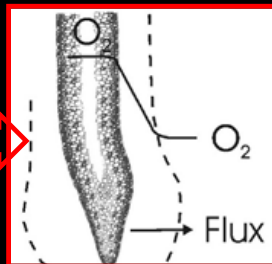
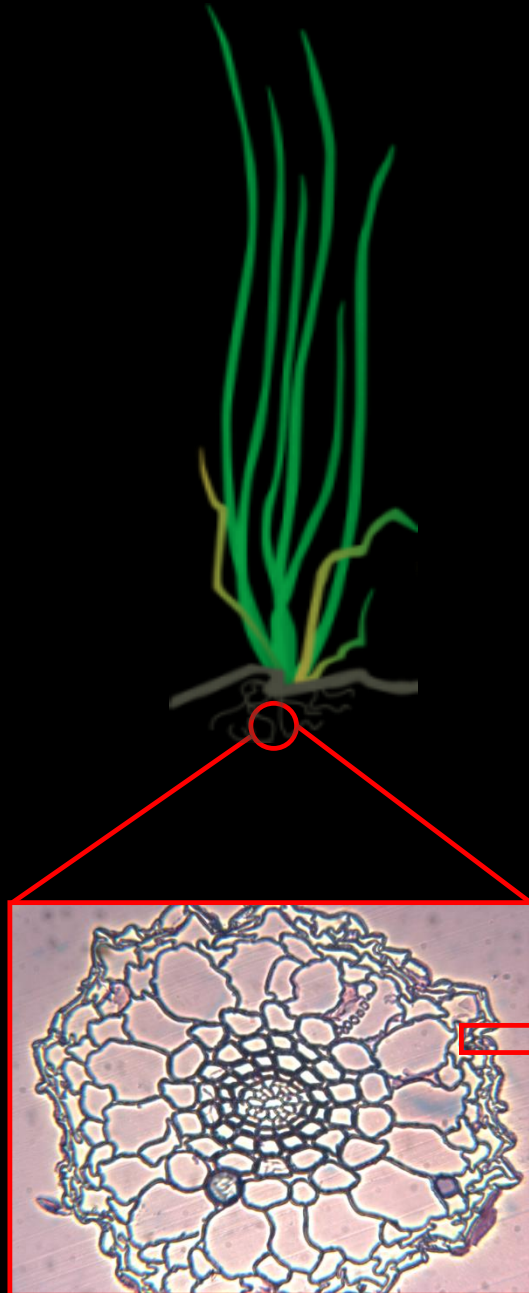
Fiume Mincio
(Massimbona, MN)



Domanda sedimentaria di ossigeno del
sedimento non vegetato

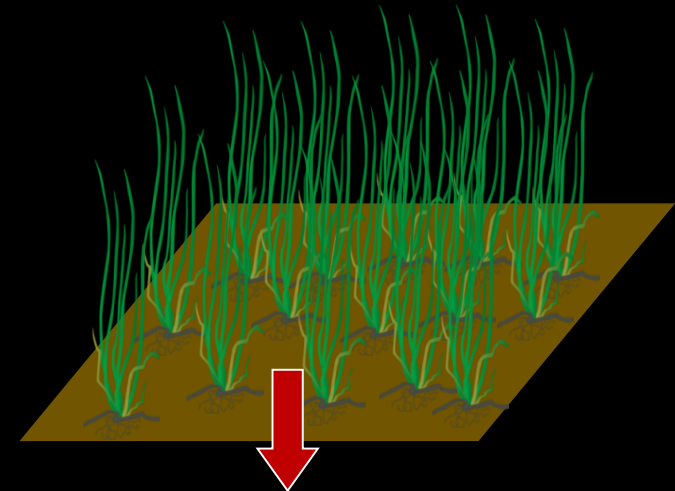
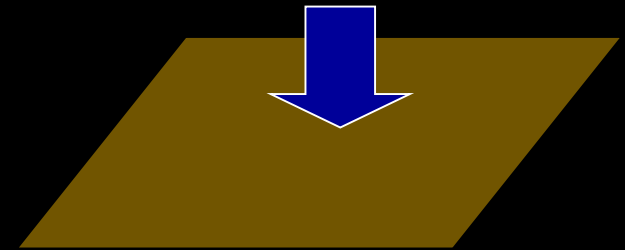
vs

Rilascio potenziale di una prateria di
Vallisneria spiralis



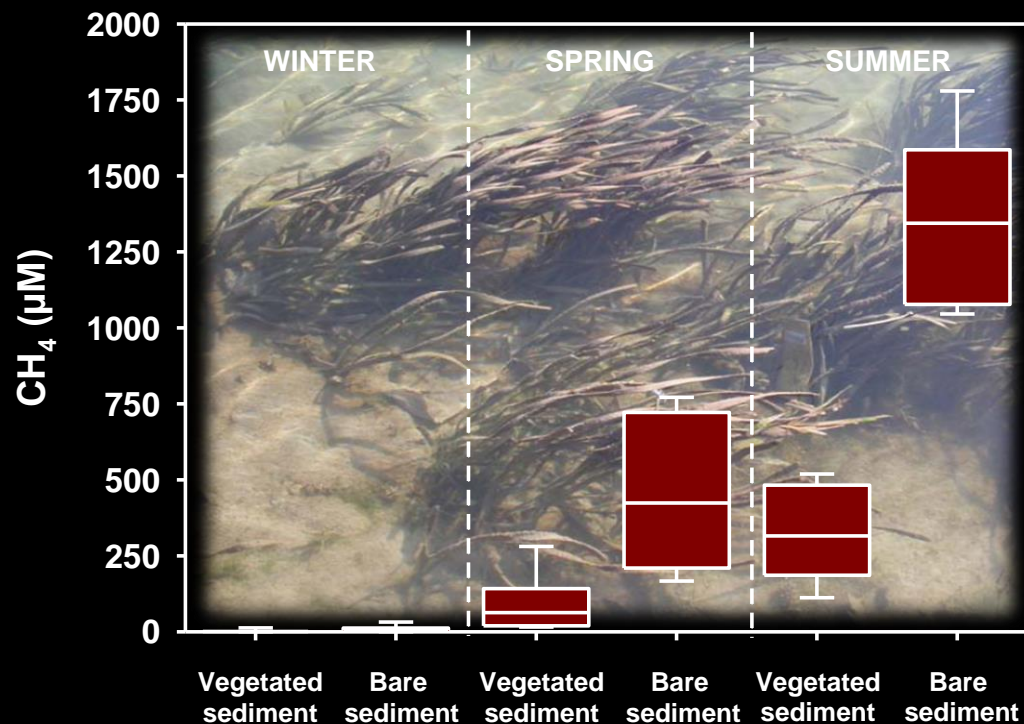
Radial Oxygen Loss
(ROL)

77 mmol O₂ m⁻² d⁻¹



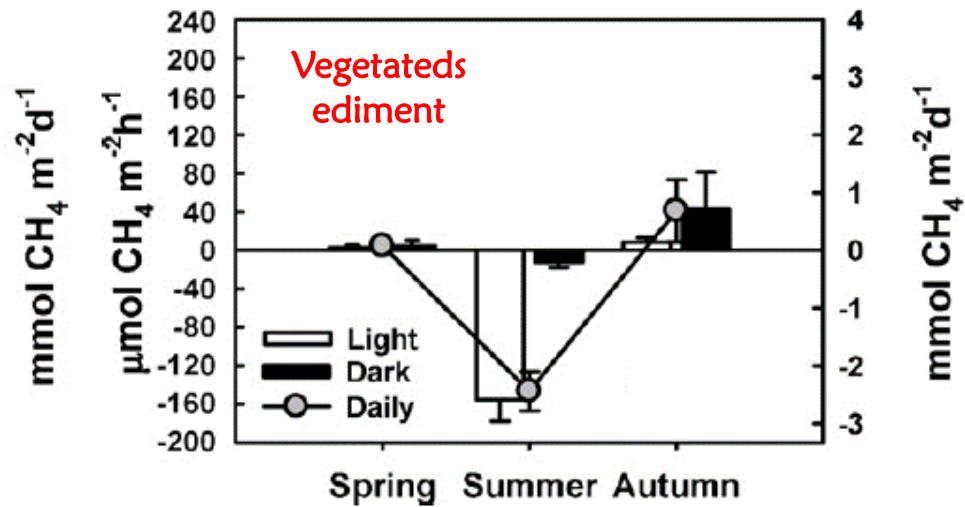
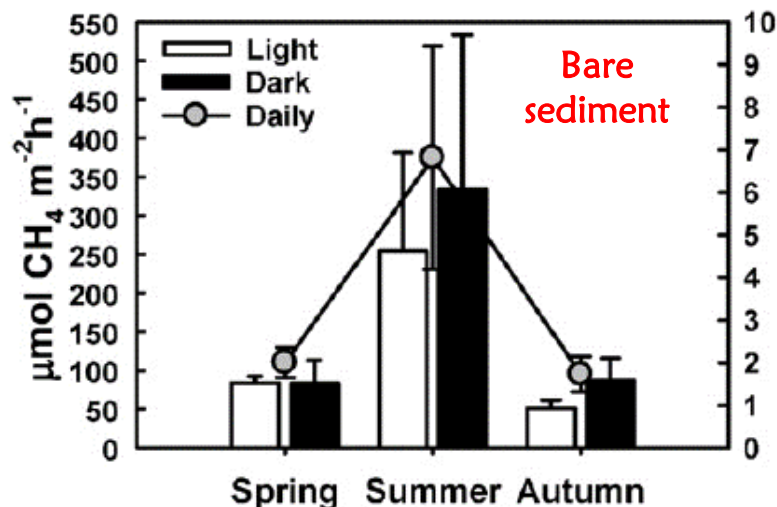
~ 15 mmol O₂ m⁻² d⁻¹

CH₄ interstiziale vs Flussi bentici

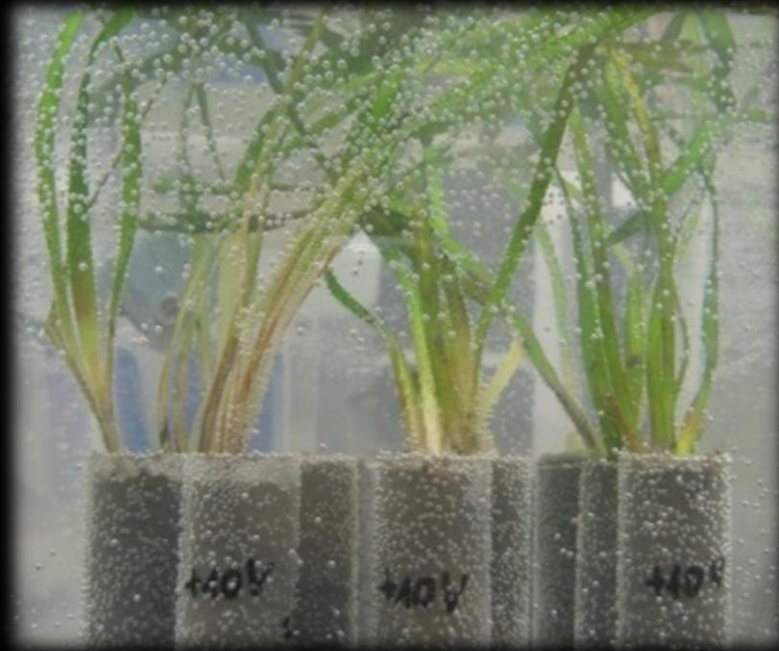


Soana & Bartoli
Aqu Ecol
2014

Ribaudo et al., 2011 - Aqu Bot



2) controllo di nutrienti e gas serra mediato dalle interazioni tra macrofite radicate e comunità microbiche



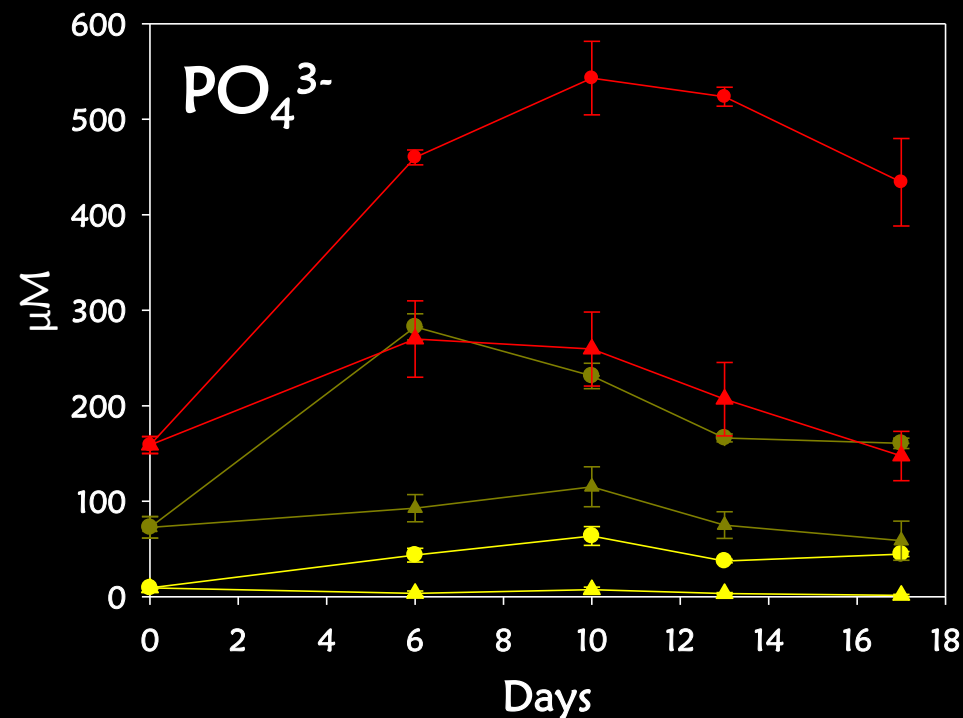
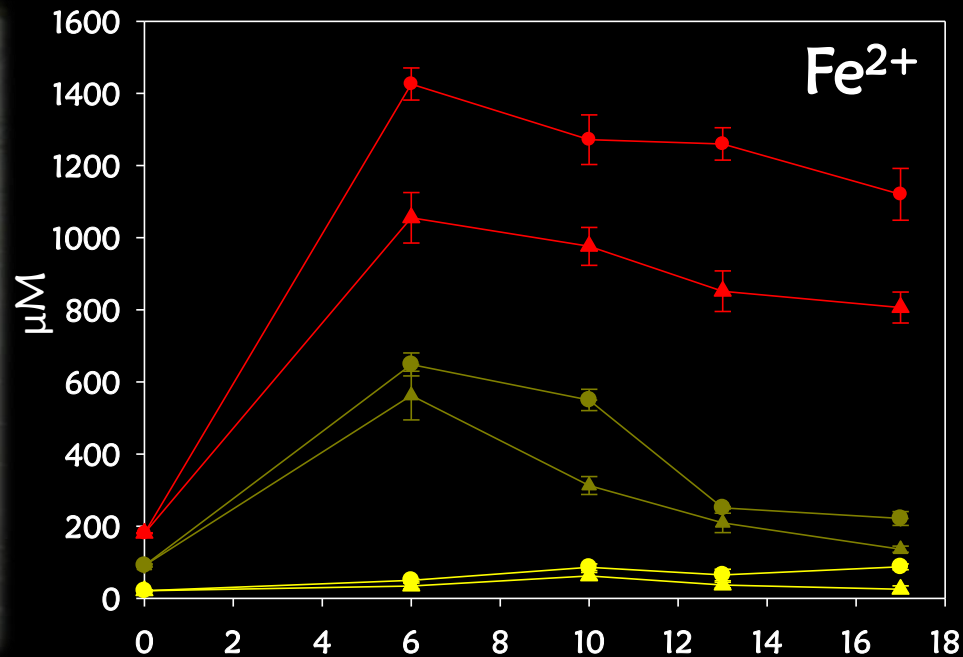
- ▲ Control V
- Control S
- ▲ +5 V
- +5 S
- ▲ +10 V
- +10 S



Gradiente organico
sedimentario

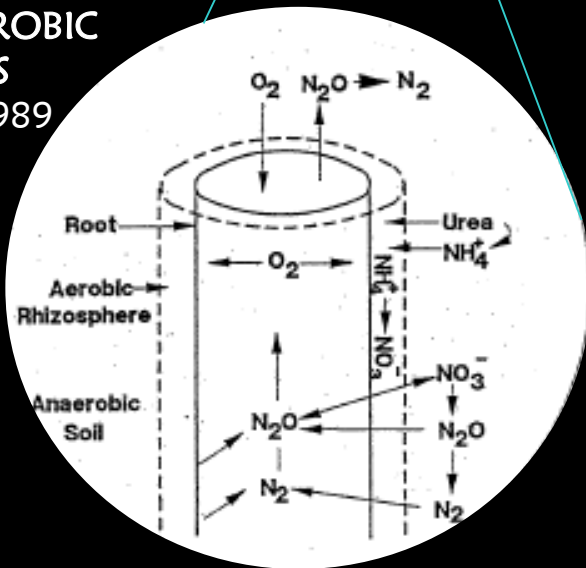
(0, +5, +10 g di mangime
per pesci per litro di
sedimento)

Microcosmi vegetati (V)
Microcosmi non vegetati (S)

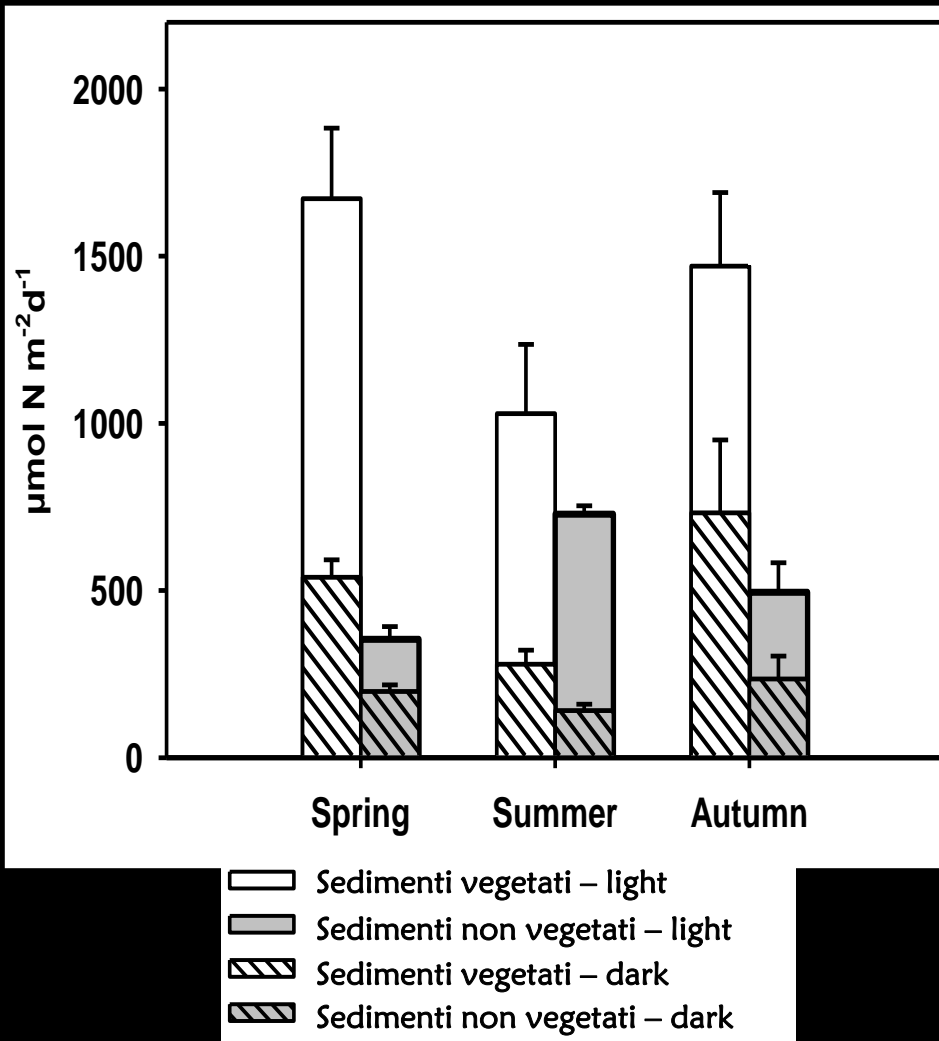




**AEROBIC-ANAEROBIC
INTERFACES**
Reddy et al., 1989



**Nitrificazione/denitrificazione
nella rizosfera**

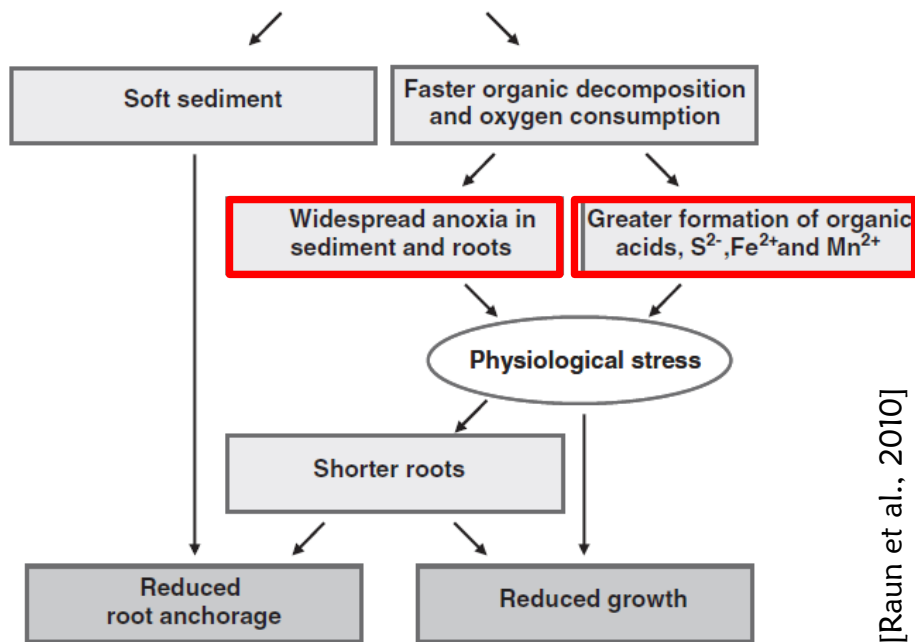


Racchetti et al.
In preparation

EUTROFIZZAZIONE

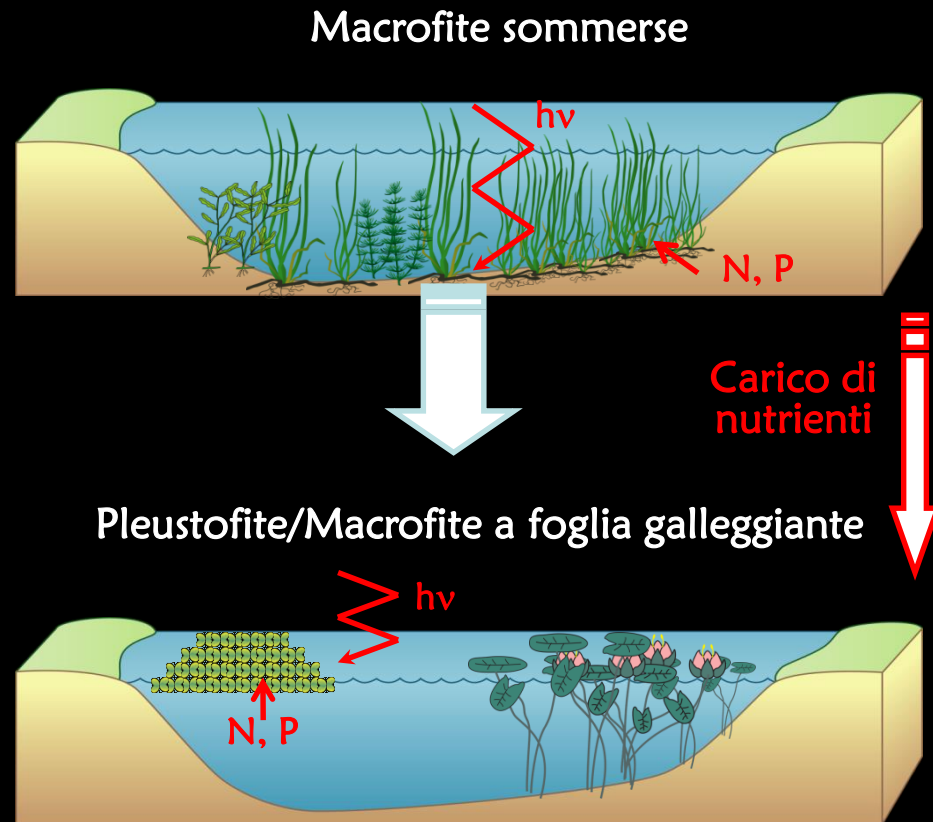
Perdita di biodiversità e funzioni ecosistemiche connesse alla presenza di macrofite radicate sommerse

SEDIMENT ORGANIC ENRICHMENT



[Raun et al., 2010]

- ➔ comparto acquatico ($> \text{NO}_3^-$, NH_4^+)
- ➔ comparto sedimentario ($> \text{SO}$, $< \text{Eh}$, $> \text{NH}_4^+$, S^{2-} , Fe^{2+})





Provincia di Brescia

Anno 1954

>16.000 km filari/siepi

(Fonte: Uso Suolo Storico, volo GAI)



Anno 2009

< 8.000 km filari/siepi

(Fonte: DUSAF)

Microfiliera FTB-legno-energia



Analisi economica
Analisi territoriale

Progetto FASCE TAMPONE BOSCATI
NEL RETICOLO IDRICO
SECONDARIO:
UNA FILIERA “ECO-ENERGETICA”

Fondazione Cogeme onlus, Provincia
di Brescia, Linea Energia S.p.A.

Potenzialità

- multifunzionalità FTB (*esternalità*)
- estensione rete canali
- costi crescenti dei combustibili fossili
- elevata efficienza dei sistemi di combustione della legna
- esperienze a livello italiano ed europeo

Presupposti

- sensibilizzazione/coinvolgimento del comparto agricolo e dei consorzi di bonifica
- localizzazione idonea delle FTB

Tematiche strategiche

- riqualificazione agro-ecosistema
- questione energetica
- qualità risorse idriche

ATTIVAZIONE FILIERA FTB-LEGNO-ENERGIA



Reticolo idrografico
Colture prevalenti
Carichi azotati generati
Pratiche di irrigazione
Capacità protettiva suolo
Aree idonee spandimento
Scarichi depuratori

**MASSIMIZZAZIONE
FUNZIONE
DEPURATIVA
DELLE FTB**

FTB esistenti
Aree boscate esistenti
Zone umide

**CONTESTO DELLA
RETE ECOLOGICA
REGIONALE**

Aziende
Centri lavorazione legno
(segherie, manutenzione
verde pubblico, etc.)

**IMPIEGO
ENERGETICO DELLE
BIOMASSE**

POTENZIALITÀ DEL «FUORI FORESTA»

Provincia di Brescia
~ 7.900 km filari/siepi

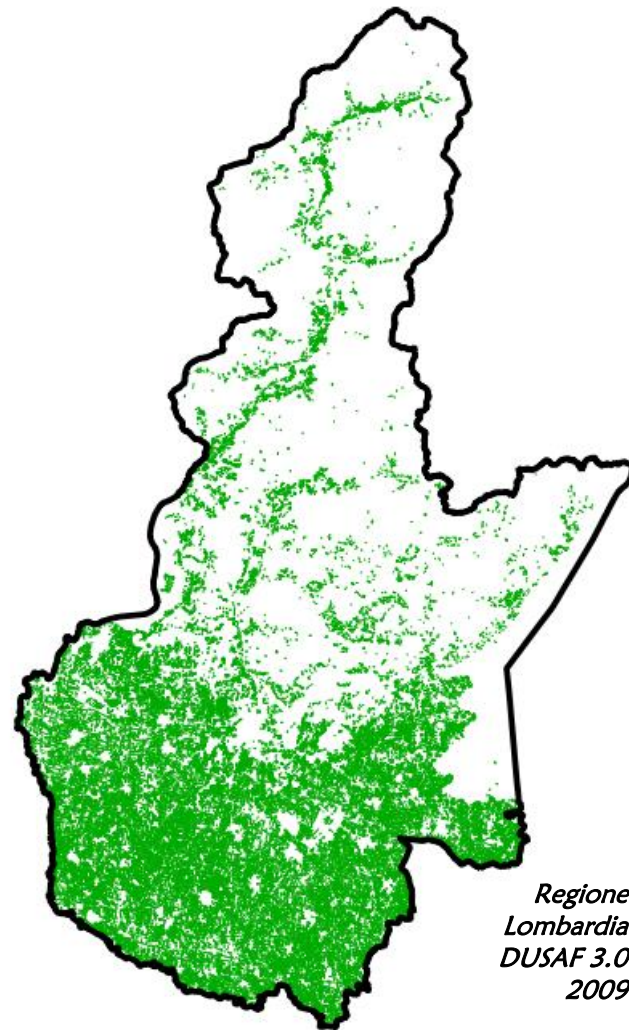


Produzione potenziale di biomassa
48.000 – 80.000 t/anno

[Produttività sistemi lineari in contesti di pianura
0,84 – 1,4 t_{ss}/(anno*100m),
dati Regione Veneto]



Edifici rurali potenzialmente
riscaldabili (200-300 m²)
4.700 – 11.300



Regione
Lombardia
DUSAF 3.0
2009

FTB monofilare
3m x 1700/1000 m



fabbisogno energetico
di un edificio rurale

Carico N rimosso: 330-480 kg/anno*
AE corrispondenti 98-140

*Tasso massimo
denitrificazione in FTB
da Mander et al., 1997

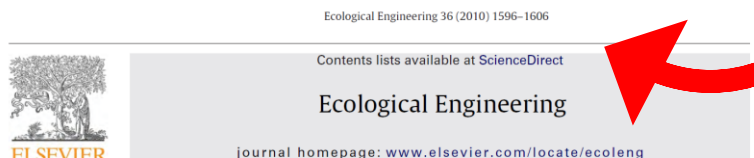
... summing up ...

- ❖ Elevata capacità di metabolizzazione dei carichi azotati
- ❖ Macrofite radicate tolleranti quali *ecosystem engineer*
(ossigenazione sedimenti, buffer per CH₄, buffer geochimico Fe-P, perdita di N)
- ❖ Ambienti artificiali del reticolo a contrasto della perdita di biodiversità («anthropogenic refuges»)
- ❖ Altri valori e servizi (rimozione CO₂, qualità paesaggio, etc.)
- ❖ Possibilità di valorizzazione di risorse locali ad integrazione del reddito

Prospettive:

- ✓ studio di processi/funzioni a micro e macro scala
- ✓ analisi costi/benefici di gestioni alternative (*esternalità*)

*... verso una gestione multi-obiettivo del reticolo
per massimizzarne i servizi ecosistemici ...*



A geospatial approach for assessing denitrification sinks within lower-order catchments

D.Q. Kellogg*, Arthur J. Gold, Suzanne Cox, Kelly Addy, Peter V. August



Economic valuation of ecosystem services, a case study for aquatic vegetation removal in the Nete catchment (Belgium)

Annelies Boerema^{a,*}, Jonas Schoelynck^a, Kris Bal^{a,b}, Dirk Vrebos^a, Sander Jacobs^a, Jan Staes^a, Patrick Meire^a

Agron. Sustain. Dev.
DOI 10.1007/s13593-015-0301-6

REVIEW ARTICLE

Managing ditches for agroecological engineering of landscape. A review

Jeanne Dollinger¹ • Cécile Dagès¹ • Jean-Stéphane Bailly² • Philippe Lagacherie¹ • Marc Voltz¹



GRAZIE!