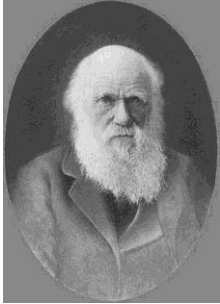


Riqualficazione fluviale e servizi ecosistemici

Pierluigi Viaroli
Dipartimento di Bioscienze
Università di Parma

Biodiversità, funzioni e servizi dell'ecosistema: oltre un secolo di storia



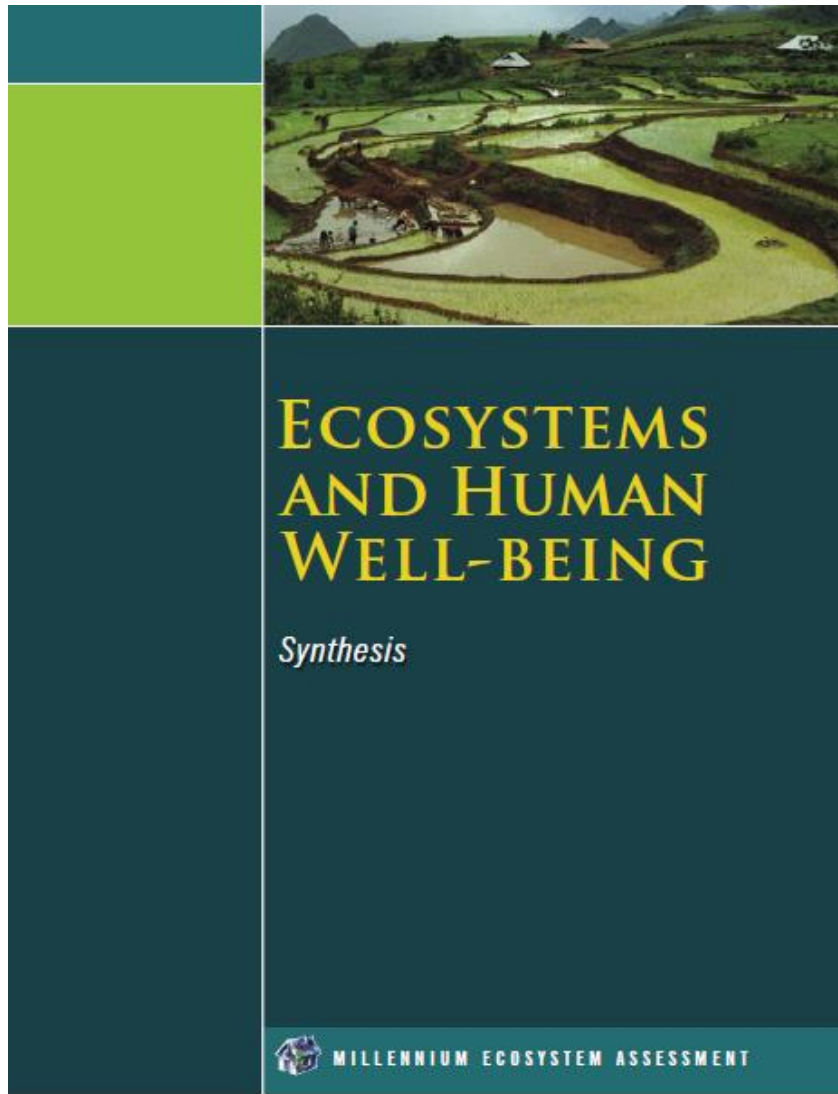
If a plot of ground be sown with one species of grass and a similar plot be sown with several distinct genera, a greater number of plants and a greater weight of dry herbage can thus be raised (C. Darwin, 1859).



Hutchinson G. E., 1959. Homage to santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? The American Naturalist, 93: 145-159



Costanza R. et al., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253–260.



Millennium Ecosystem Assessment
Synthesis Report

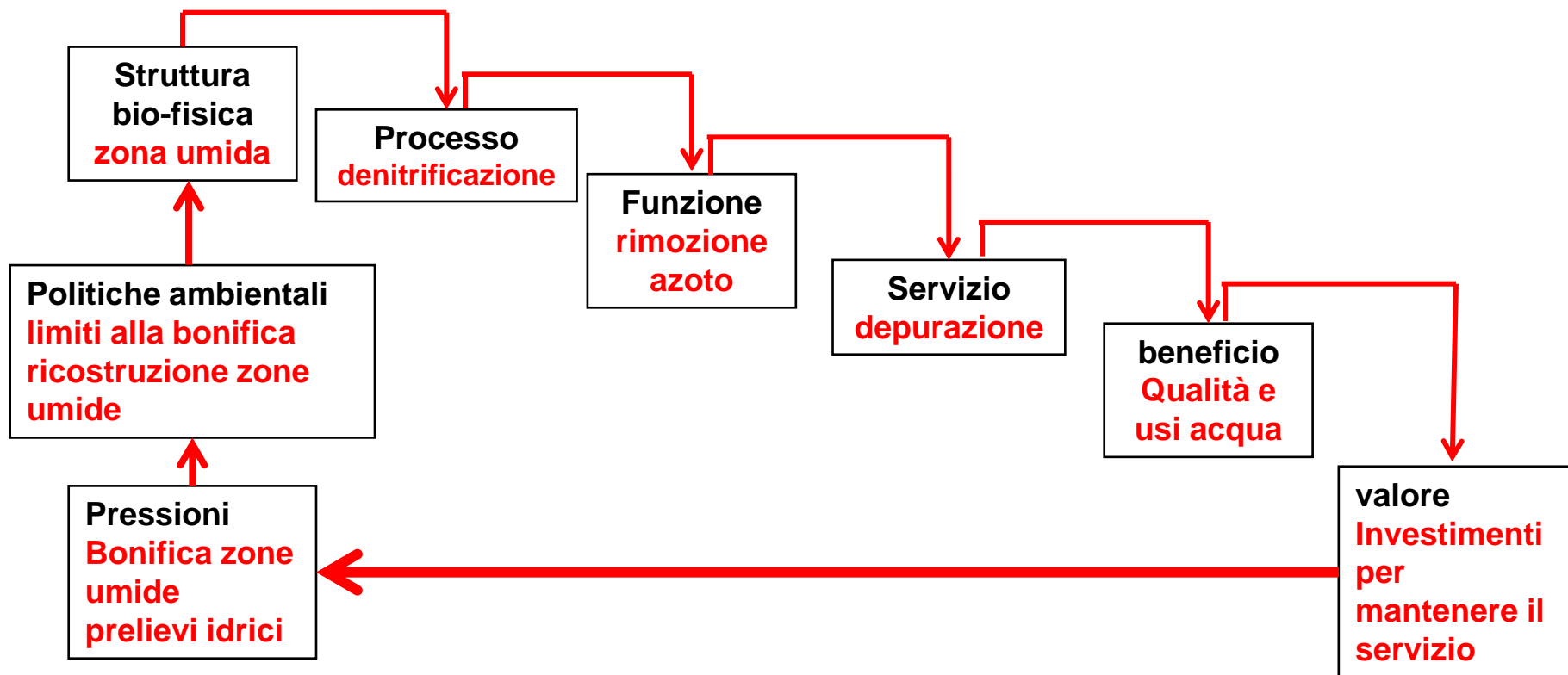


TEEB, 2010. Mainstreaming the economics of nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.

principali servizi dell'ecosistema

approvvigionamento	regolazione	culturali
prodotti ottenuti dall'ecosistema	benefici derivanti dalla regolazione dei processi dell'ecosistema	benefici non materiali ottenuti dall'ecosistema
<ul style="list-style-type: none"> • cibo • acqua dolce • legna da ardere • fibre • prodotti biochimici • risorse genetiche 	<ul style="list-style-type: none"> • regolazione del clima • regolazione del ciclo idrologico • controllo delle malattie • depurazione dell'acqua • impollinazione 	<ul style="list-style-type: none"> • spirituali e religiosi • ricreazione e turismo • valori estetici • educazione • senso dei luoghi • patrimonio culturale
Servizi di supporto sono necessari per la produzione di tutti gli altri servizi produzione primaria cicli della materia formazione del suolo		

Millenium Ecosystem Assessment, Synthesis Report
 (<http://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.html>)



Maes et al., 2011. A spatial assessment of ecosystem services in Europe: methods, case studies and policy analysis – phase 1. PEER Report No. 3, Ispra: Partnership for European Environmental Research.

Funzioni ecosistemiche	Processi ecologici
Produzione primaria	Fotosintesi Assimilazione dei nutrienti
Decomposizione	Respirazione microbica Mineralizzazione sostanza organica
Ciclo dell'azoto	Nitrificazione Denitrificazione Fissazione dell'azoto
Ciclo idrologico	Evapotraspirazione Trasporto radicale
Formazione del suolo	Solubilizzazione dei minerali Bioturbazione Successione vegetazionale
Controllo biologico	Interazioni preda-predatore Competizione

Relazioni tra processi e funzioni che sono alla base dei servizi dell'ecosistema. TEEB, 2010. Chapter 2. Elmquist et al., Biodiversity, ecosystems and ecosystem services

Componente della biodiversità	Esempi di servizi ecosistemici	Riferimento bibliografico
Variabilità genetica	Prodotti medicinali	Chai et al., 1989
Biomassa e abbondanza delle popolazioni	Cibo da vegetali e animali	Kontoleon et al. 2008
Composizione e struttura delle comunità	Disponibilità di habitat e paesaggio	Rosenberg et al., 2000
Interazioni tra popolazioni e ambiente abiotico	Depurazione dell'acqua decontaminazione	Hefting et al., 2003
Interazioni tra individui e tra popolazioni	Impollinazione e controllo biologico	Messelink et al., 2008

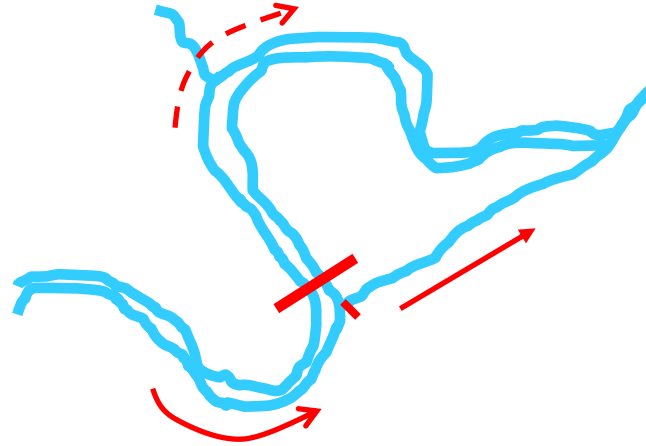
Relazioni tra biodiversità e servizi dell'ecosistema.
TEEB, 2010. Chapter 2. Elmquist et al., Biodiversity, ecosystems and ecosystem services

Cosa è andato perso?

Che valore ha quanto è stato perso?

C'è la consapevolezza della perdita?

1960: inizia la costruzione dello sbarramento di isola Serafini
1962: la centrale idroelettrica entra in esercizio

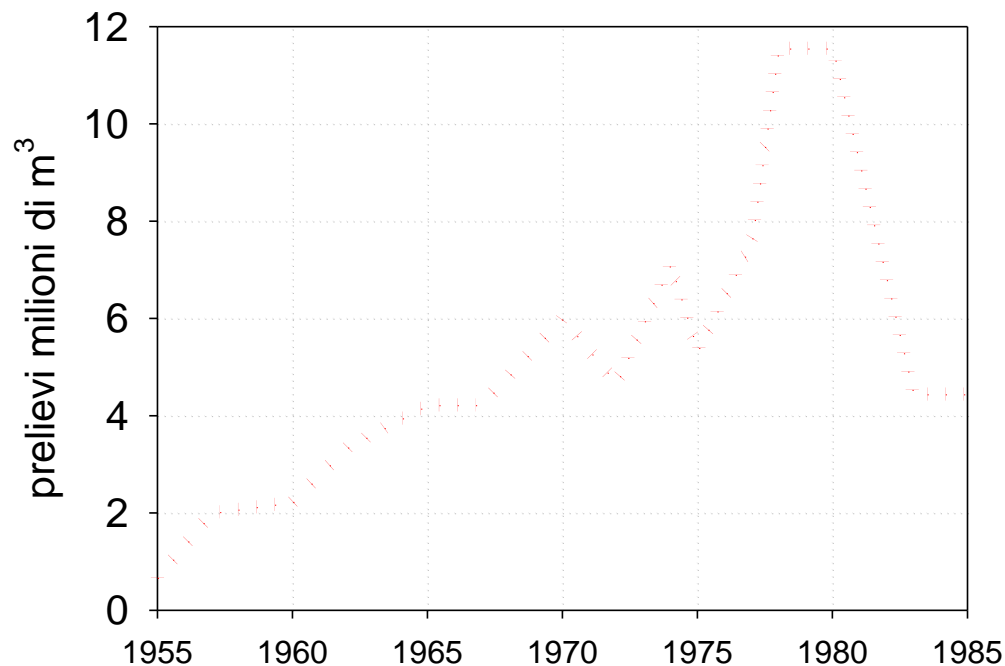


Potenza efficiente lorda
84 MW

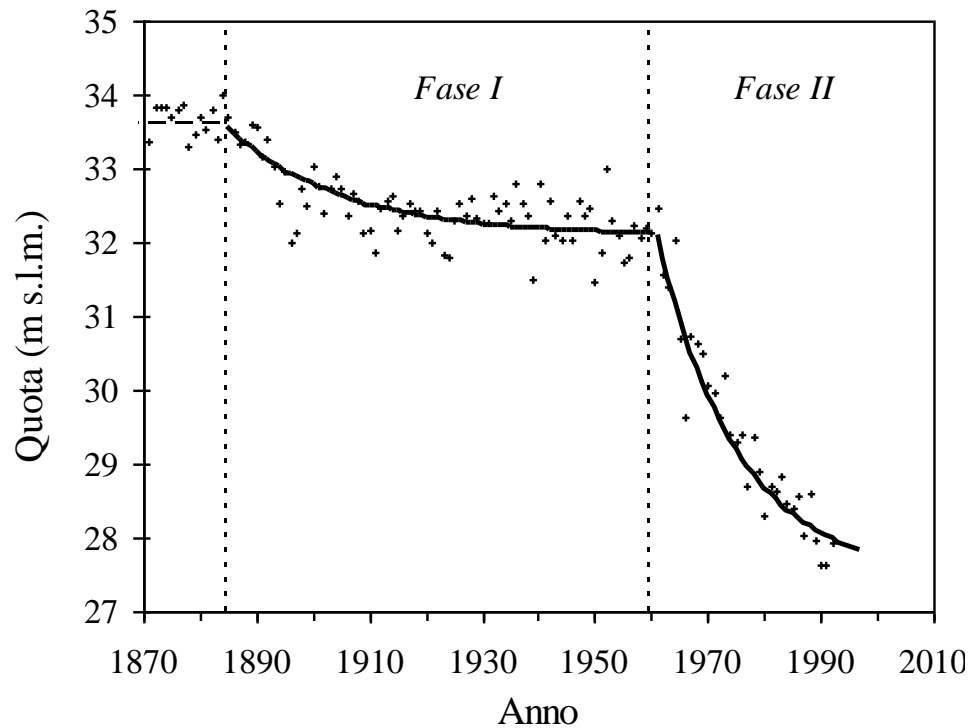
Producibilità annua
484 GWh

Immagini tratte da
Google Earth ©
<http://www.mmedia.kataweb.it>

Fine anni '50: boom economico, inizio della costruzione delle grandi infrastrutture (rete autostradale e ferroviaria), crescita delle aree urbane

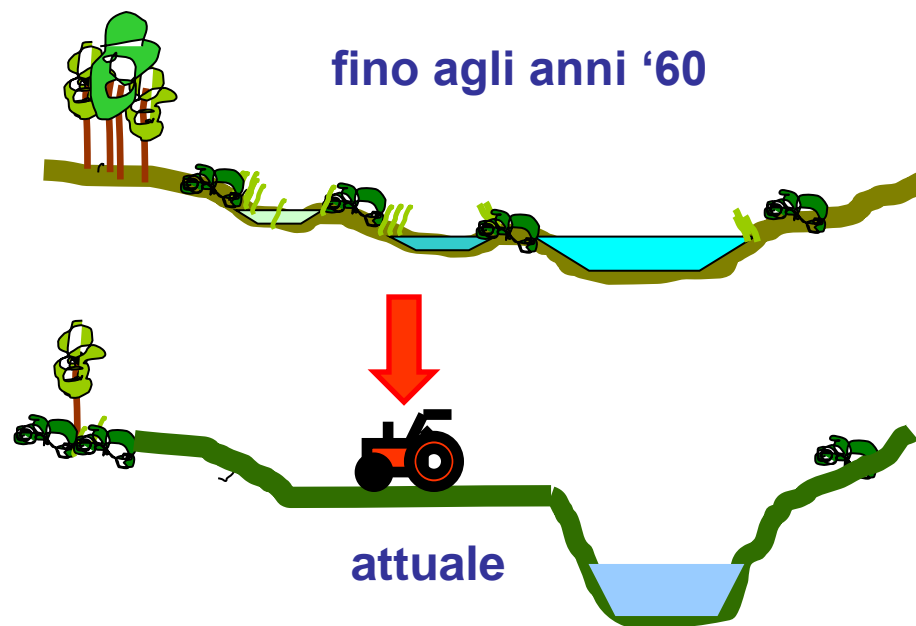
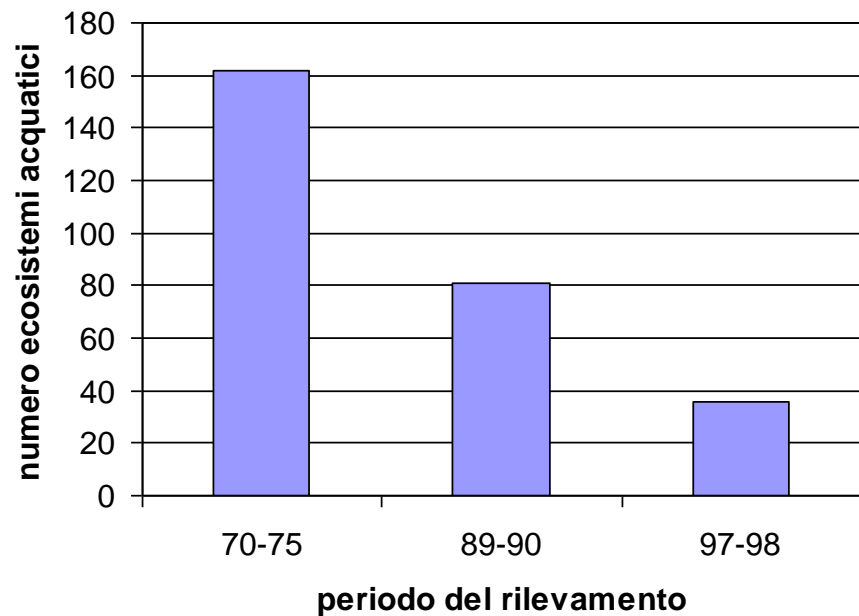


**Prelievo di inerti dal Po (milioni di m³)
autorizzato dal Magistrato per il Po nel tratto
Paesana - Pontelagoscuro (Lamberti, Acqua &
Aria 6, 1993)**



Variazioni temporali della quota del fondo del Fiume Po a Cremona (Lamberti & Schippa, 1994; modificato da Rinaldi, *Biologia Ambientale* 24, 2010). Si nota il marcato abbassamento di circa 5 m dal 1960 al 1995

**abbassamento quota di fondo → pensilizzazione della golena
interruzione della connettività laterale**



**Variazione del numero di ambienti
acquatici permanenti nella golena del Po in
provincia di Piacenza dal 1970 al 1998**

Il cambiamento globale agisce su sistemi profondamente alterati:

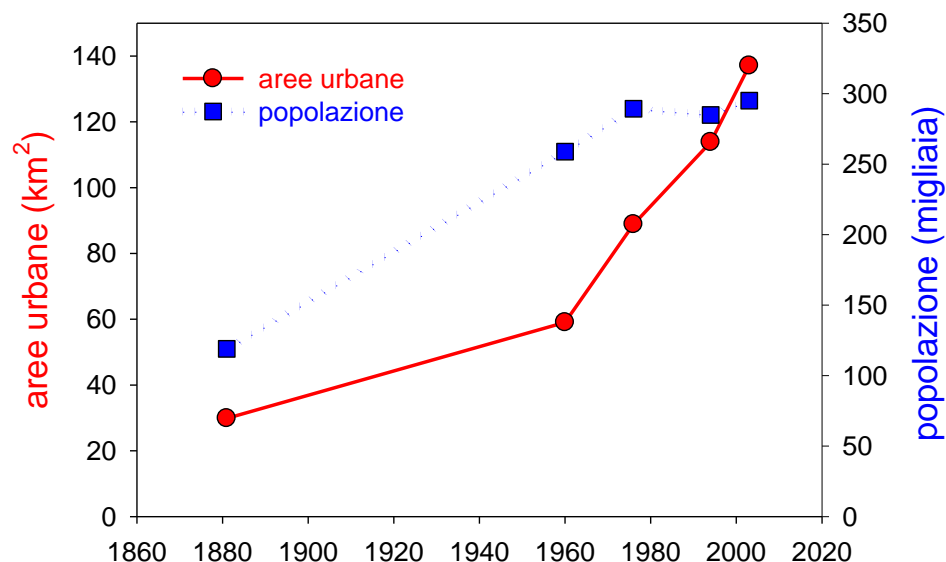
- escavazione, sbarramenti, opere sicurezza idraulica, derivazioni idriche
- abbassamento quota di fondo , pensilizzazione della piana golenale
- interruzione della connettività longitudinale e laterale
- effetti sui cicli vitali delle specie acquatiche



Invasività dell'agricoltura meccanizzata/industriale: rettificazione e impermeabilizzazione del reticolo idrografico minore: circa 60.000 km di canali nel bacino padano-veneto



Anno	Aree urbane (km ²)	Popolazione
1881	29.9	119.000
1960	59.0	258.850
1976	88.9	289.270
1994	113.8	284.845
2003	137.6	295.000

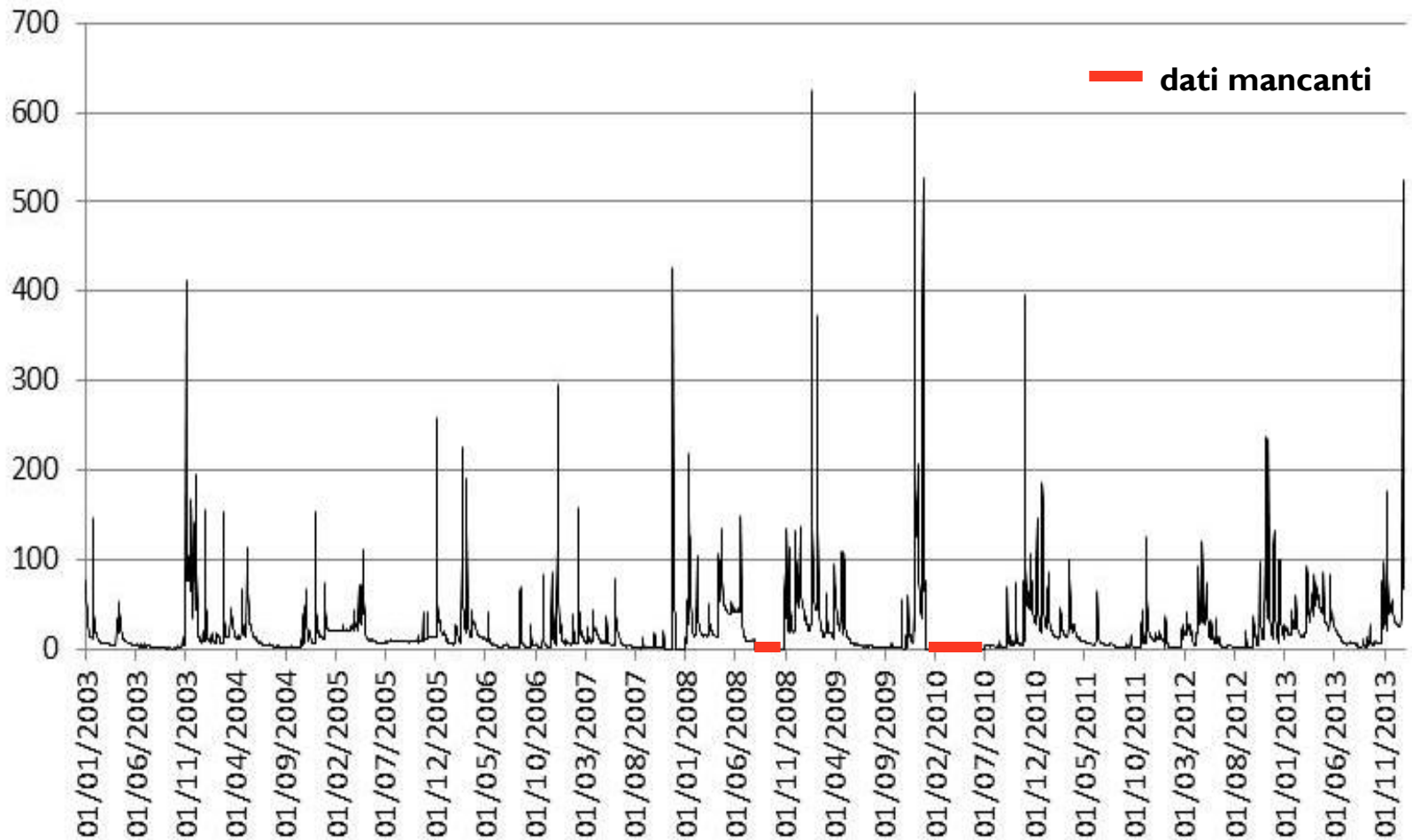


Aree urbanizzate e popolazione residente in Provincia di Parma dal 1881 al 2003 (Dall'Olio & Cavallo, 2008.

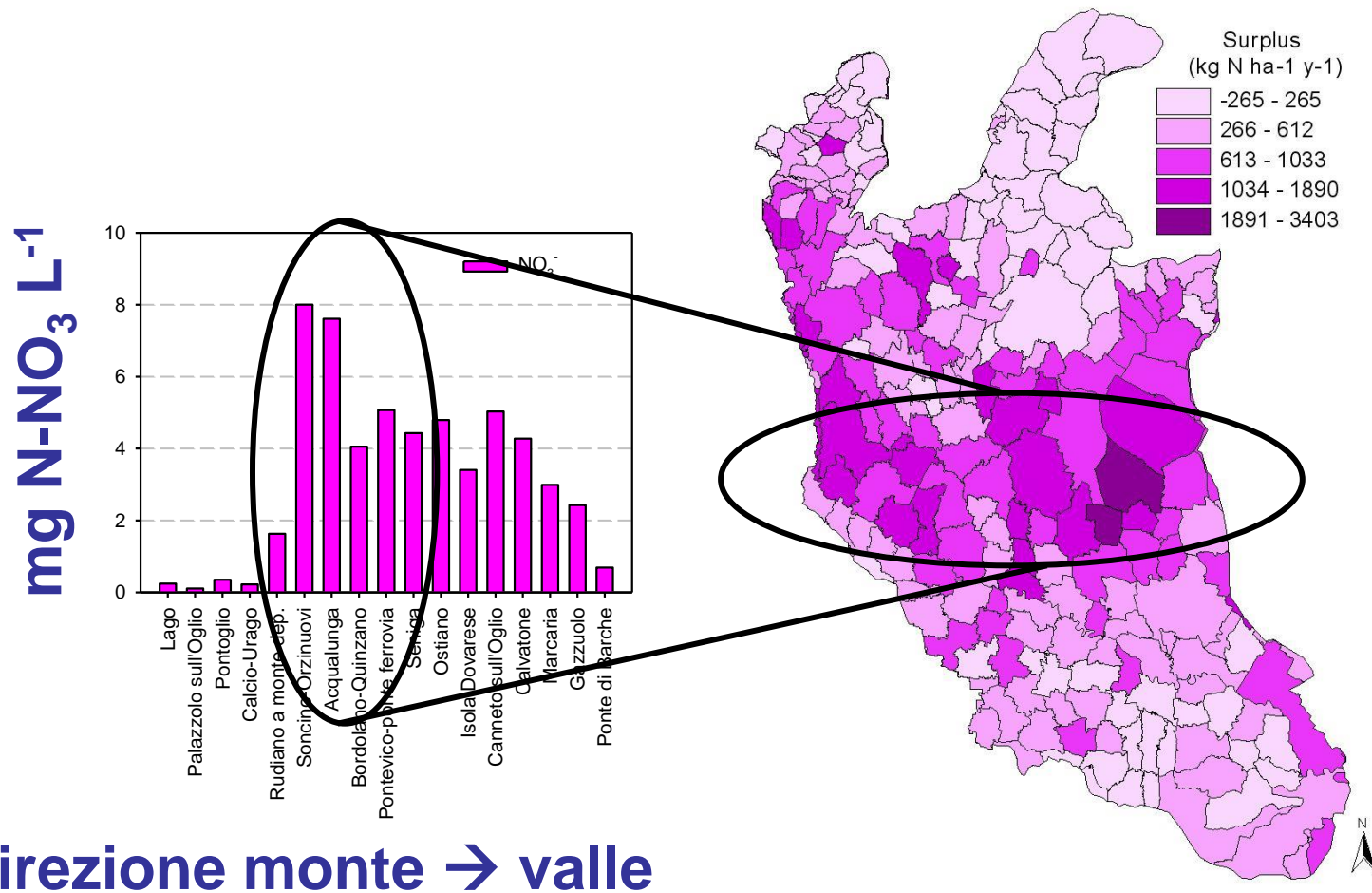
Dinamiche del consumo di suolo agricolo nella pianura Parmense, 1881-2006. Provincia di Parma)

Tassi di urbanizzazione nel bacino padano: fino a 20 ha/giorno (www.inu.it)

Variabilità idrologica elevata con tendenza all'intermittenza (es. fiume Trebbia) – dati tratti dagli Annali Idrologici (<http://www.arpa.emr.it/>)



carico azotato e concentrazione del nitrato nel bacino dell'Oglio sub-lacuale





25.10.2011
Val di Magra
Val di Vara
Levante Ligure



Tratto da: <http://naturaestrema.it>



Genova 04.11.2011

Tratto da <http://www.genova24.it>

Cosa fare?

Riqualificare

Riparare

Ricostruire

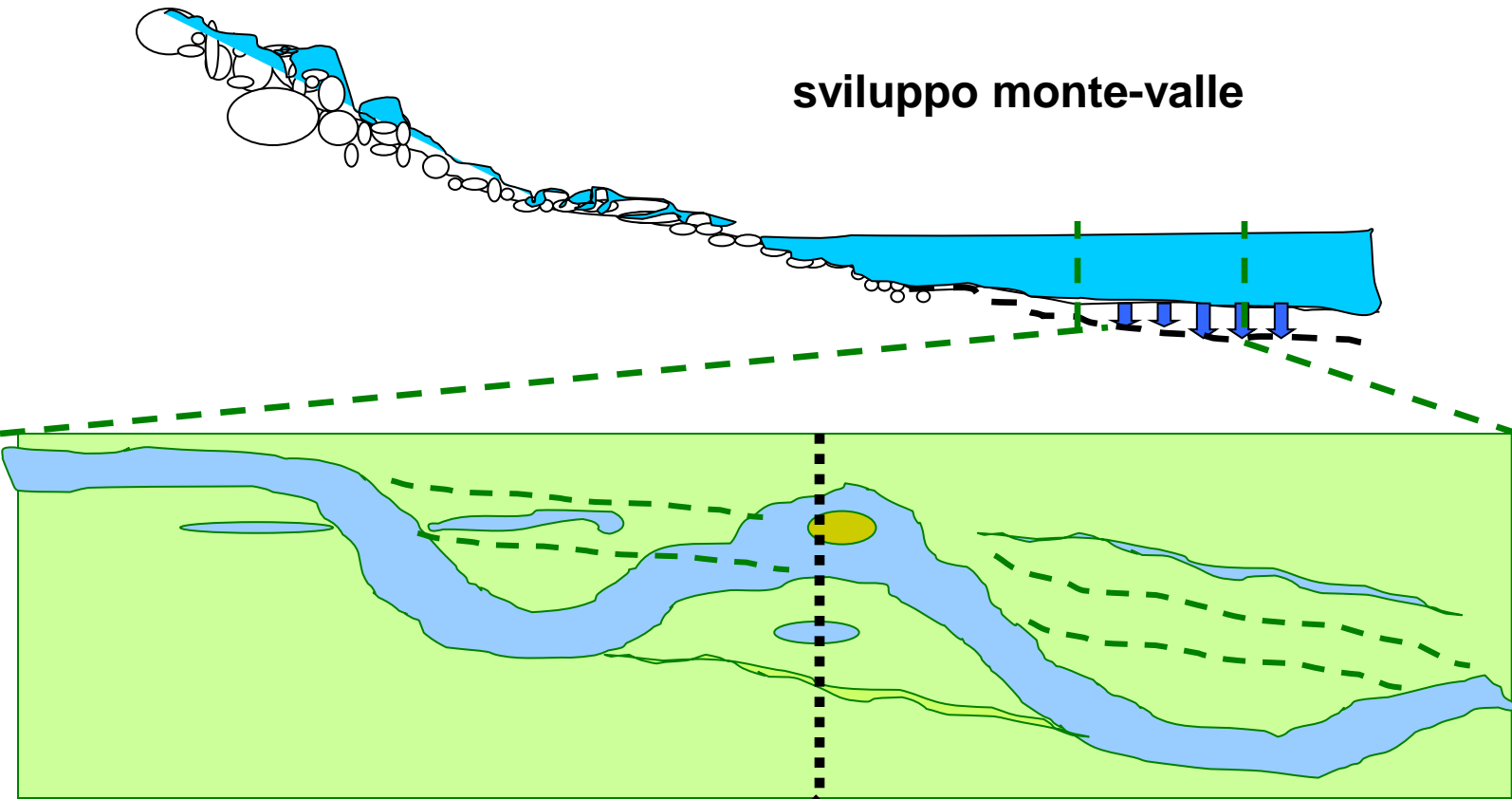
Costruire ex novo

Le conoscenze consolidate (o quasi) che trovano applicazione nella WFD (2000/60/CE)

ecosistemi fluviali

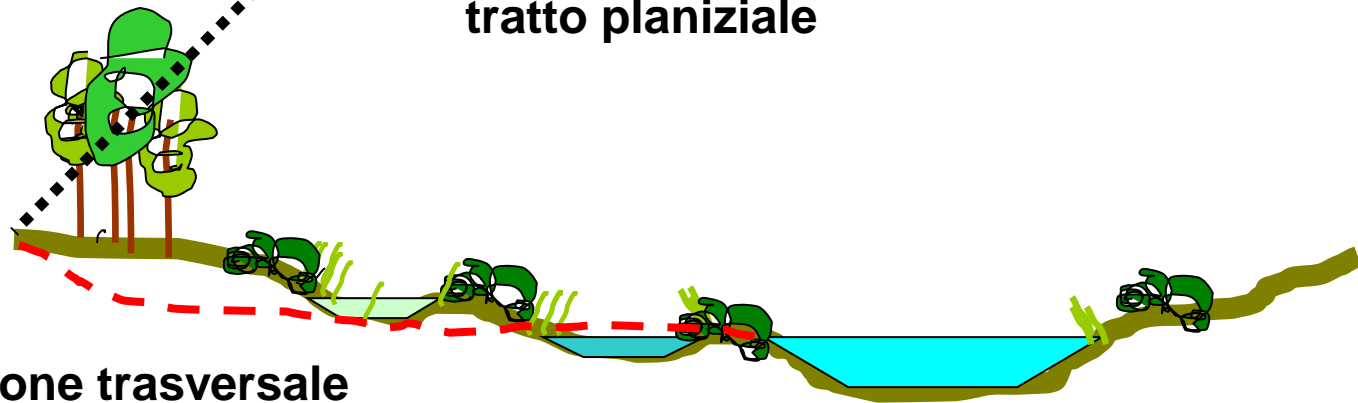
- Ward J.V., 1978. Riverine-wetland interactions. Freshwater wetlands and wildlife. DOE Symposium Series No. 61.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell, C. E. Cushing, 1980. The river continuum concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 130-137
- Likens, G. E., 1984. Beyond the shoreline: a watershed ecosystem approach. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 1-22.
- Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian Special Publications Fishery Aquatic Science 106: 110-127.
- Wetzel, R.G., 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 6-24.
- Zalewski M., Janauer G. A., Jolánkai G., 1997. Ecohydrology: a new paradigm for the sustainable use of aquatic resources. IHP, UNESCO, Paris
- Allan, J.D., 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. Annual Review Ecology Systematics 35: 257-284.
- Seitzinger S. et al., 2006. Denitrification across landscape and waterscape a synthesis. Ecological Applications 16: 2064-2090.

sviluppo monte-valle



tratto planiziale

golena aperta - sezione trasversale



Le zone di transizione sono regolatori metabolici di ecosistemi adiacenti

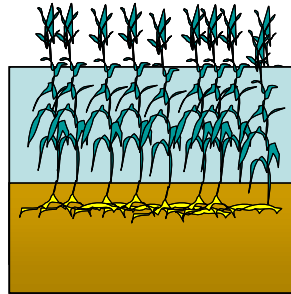
La connettività tra sistemi adiacenti si realizza nelle zone di transizione e tra le interfacce tra fasi che operano a diverse scale: acqua-sedimento, radici-sedimento, foglie-acqua, acqua-atmosfera, etc.

Le zone di transizione sono regolatori metabolici la cui funzionalità dipende dalle componenti biologiche, in particolare vegetazione e microorganismi.

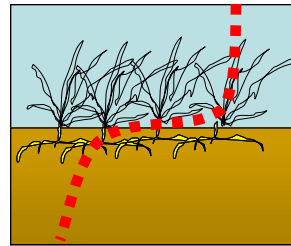
Wetzel, R.G., 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 6-24.

Ewel K.C. et al., 2001. Managing Critical Transition Zones. Ecosystems 4: 452-460.

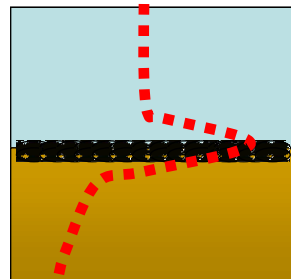




elofite



**macrofite
sommerse**



**microfitobent
os**

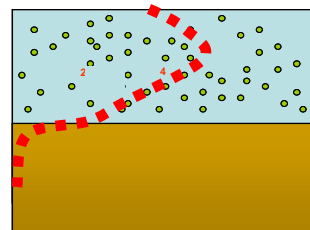
Fattori che selezionano le comunità vegetali dominanti e i possibili feedback (es. la disponibilità di ossigeno)

durata sommersione/profondità lama d'acqua

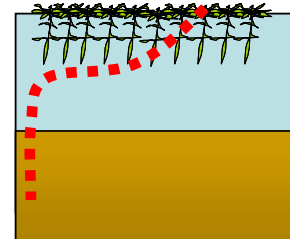
velocità della corrente

carico azotato

processi biogeochimici sedimentari redox-dipendenti



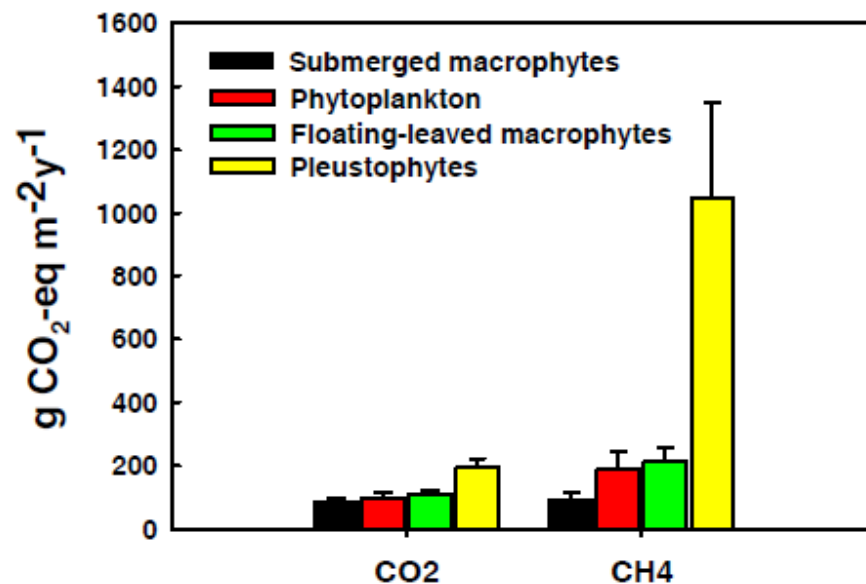
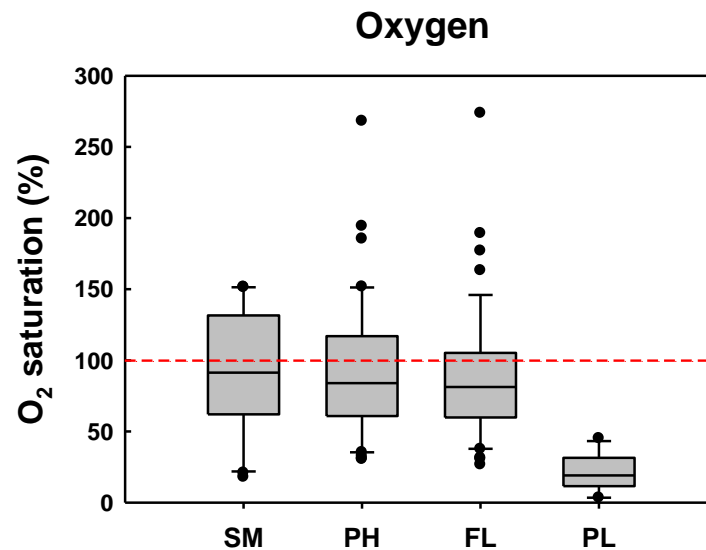
fitoplancton

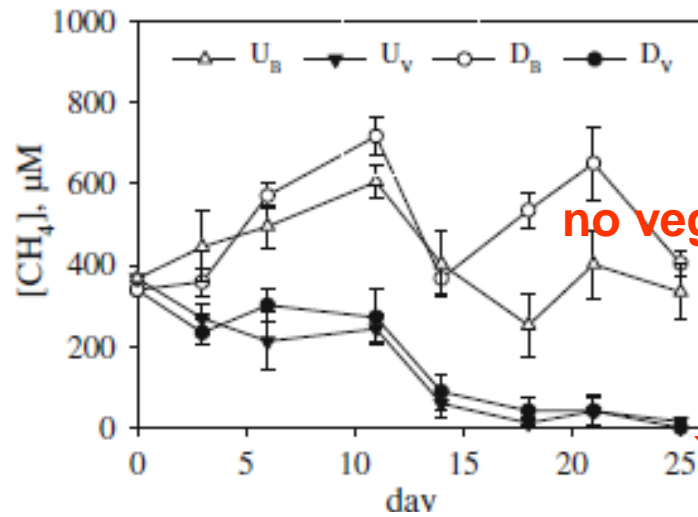


pleustofite

----- concentrazione dell'ossigeno disciolto

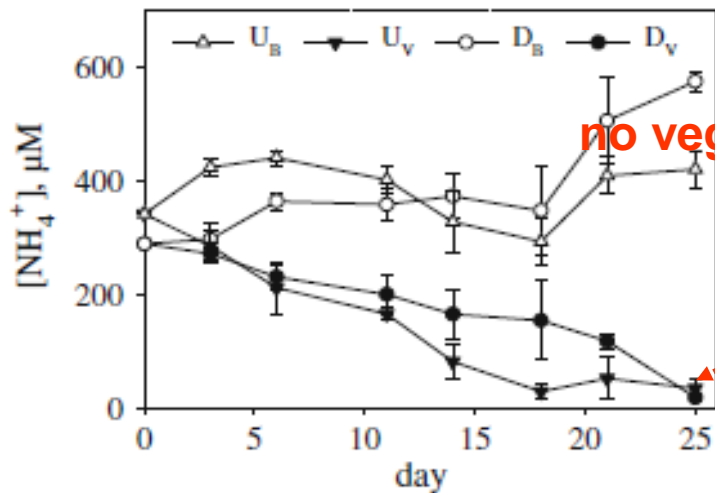
Comunità vegetali e metabolismo dell'ecosistema - Effetto sull'emissione di gas-serra



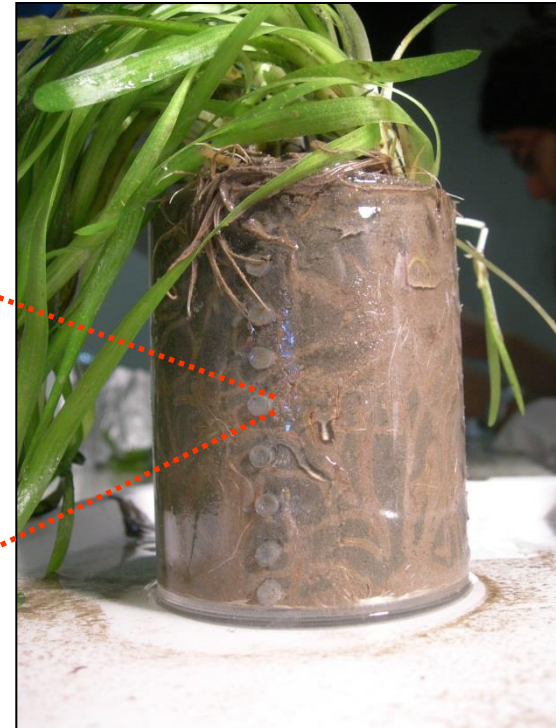


Le macrofite sommerse sono in grado di modificare le acque interstiziali

no vegetazione



no vegetazione



Racchetti E., Bartoli M., Ribaud C., Longhi D., Naldi M., Iacumin P., Viaroli P., 2010. Short term changes of pore water chemistry in river sediments during the early colonization by *Vallisneria spiralis*. *Hydrobiologia*, 652: 127-137.

Piana golenale di Po, Oglio e Mincio

Servizio ecosistemico – rimozione dell'azoto ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$)

Approccio sperimentale in 22 zone umide

- **Biologia:** differenti comunità vegetali
- **Idrologia:** 10 connesse al fiume, 12 isolate
- **Stagionalità:** inverso-estate

(Racchetti et al., 2011. Biogeochemistry 103:335–354)

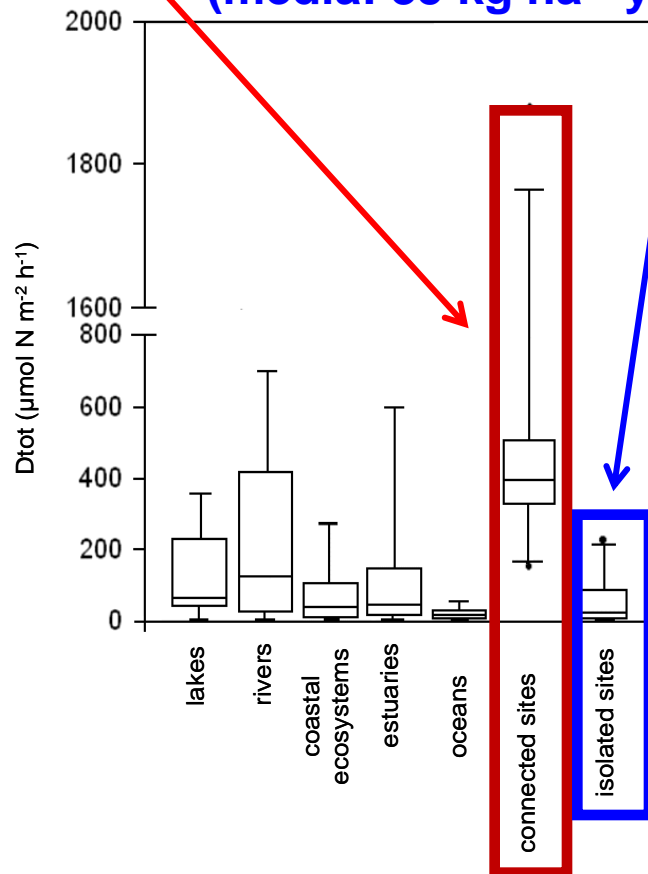


Metodi

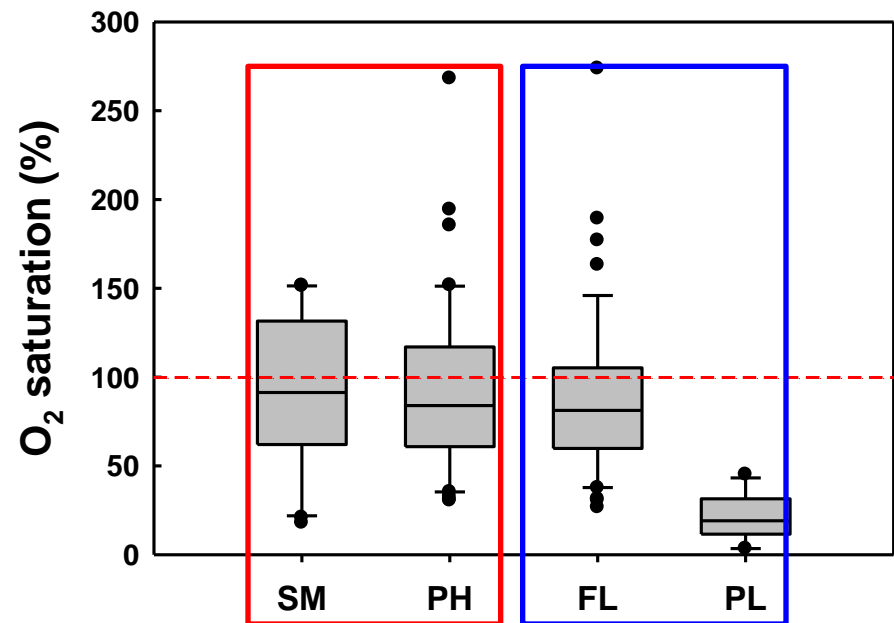
- **Isotope pairing technique**
- **Flussi bentonici netti**
- **Modellistica**
(Christensen et al., 1990)

Zone umide connesse e in buono stato: elevata capacità di rimuovere azoto nitrico)
(media: 330 kg ha⁻¹ yr⁻¹)

Zone umide isolate e degradate: rimozione azoto trascurabile
(media: 35 kg ha⁻¹ yr⁻¹)



Riferimento:
Zone Vulnerabili ai Nitrati
170 kg ha⁻¹ yr⁻¹ (come N)
Zone Non Vulnerabili
340 kg ha⁻¹ yr⁻¹ (come N)



SM: vegetazione sommersa

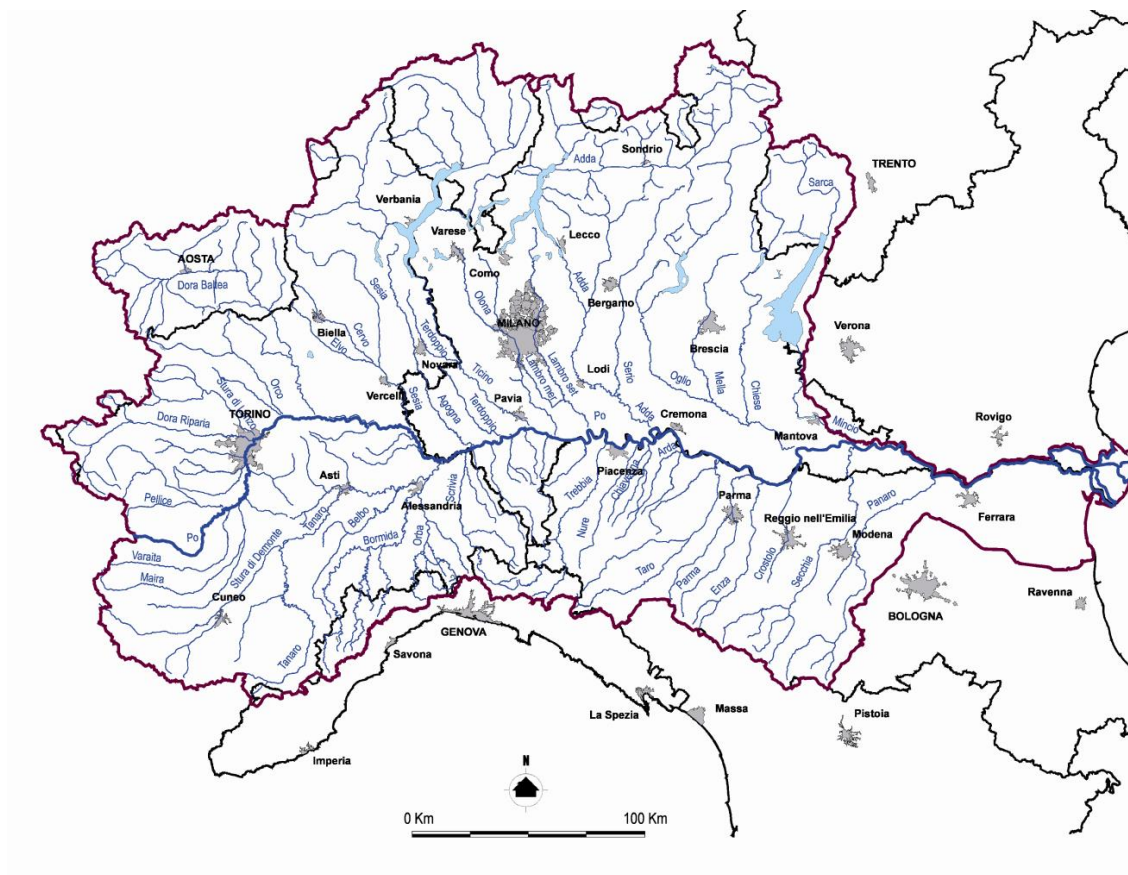
PH: fitoplancton

FL: macrofite e afoglia galleggiante

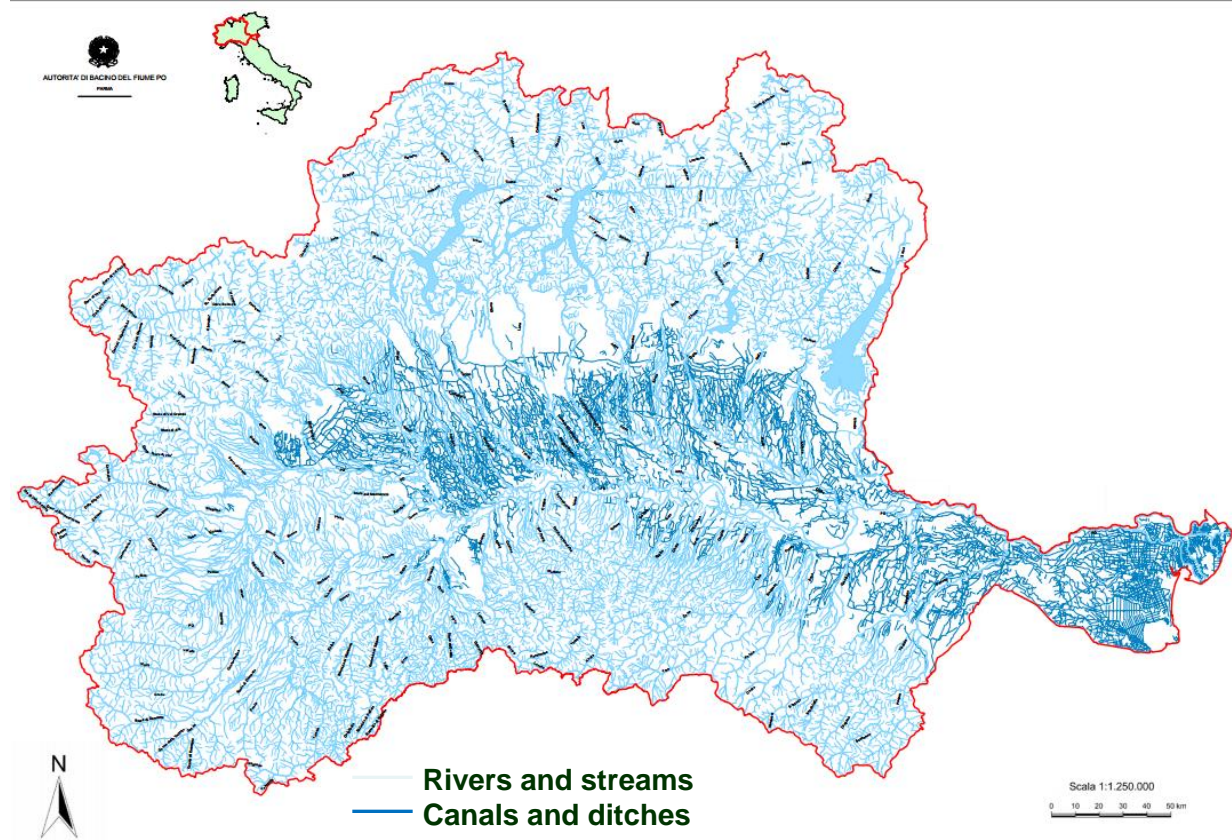
PL: pleustofite

Nel bacino del Po circa 80 corsi d'acqua principali

~6000 km



Nel bacino del Po circa 50.000 km di canali





Da maggio a settembre

**50.000 km di canali senza
vegetazione rimuovono
ca. 2.100 ($\pm 50\%$) t N**

**50.000 km di canali con vegetazione
rimuovono ca. 20.000 ($\pm 20\%$) t N**

**(Pierobon et al., 2013, Clean Soil,
Air, Water 41: 24-31).**

**Carico annuale di azoto inorganico
del Po: 60,000-120,000 (Viaroli et al.,
2013. IAHS Publ. 361: 176-182).**

**Circa il 15-30% del carico di N può
essere abbattuto direttamente nei
canali.**



È possibile recuperare la funzionalità dei canali?



**La ricostruzione di zone umide e fasce laterali
che ospitano processi biogeochimici di controllo
dei carichi inquinanti**



Grafica di F. Malaggi

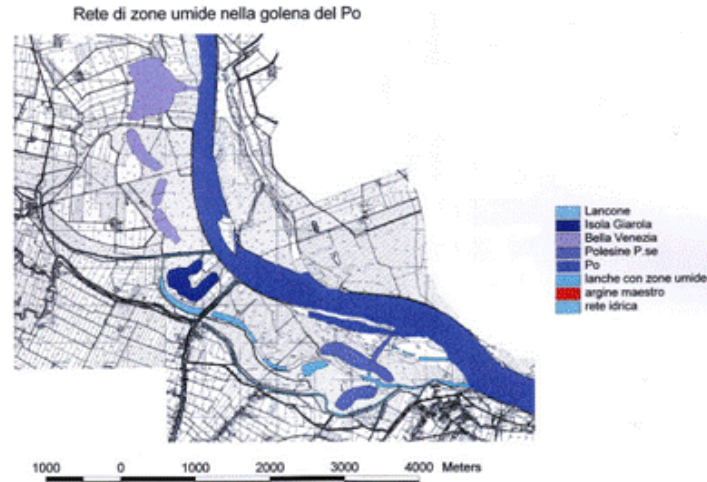
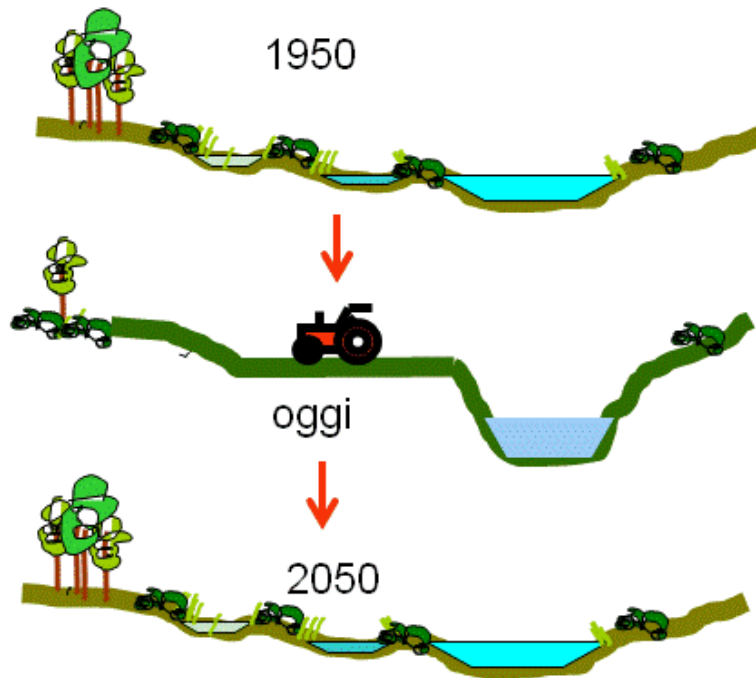
- Centro Italiano di Riqualficazione Fluviale (CIRF). Sperimentazioni e progetti di riqualficazione fluviale: STRARIFLU
(<http://www.cirf.org/italian/menu1/attivita/progetti.html>)
- Contratti di Fiume (<http://www.contrattidifiume.it/it-it/home>)
- Risanamento del bacino idrografico della laguna di Venezia. Sperimentazione delle Fasce Tampone Boscate e di interventi di riqualficazione degli ambienti acquatici
(www.venetoagricoltura.org; www.passanteverde.it; www.acquerisorgive.it)
- Linee guida per la riqualficazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna
(<http://www.regione.emilia-romagna.it/urp/novita-editoriali/archivio-pubblicazioni/linee-guida-per-la-riqualificazione-ambientale-dei-canali-di-bonifica-in-emilia-romagna>)

<p style="text-align: center;">REPUBBLICA ITALIANA</p> <p style="text-align: center;"> Regione Emilia-Romagna</p> <p style="text-align: center;">BOLLETTINO UFFICIALE</p>		
<p style="text-align: center;"><small>DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO LA PRESIDENZA DELLA REGIONE - VIALE ALDO MORO 52 - BOLOGNA</small></p>		
Parte seconda - N. 27		Euro 2,05
Anno 39	6 marzo 2008	N. 36

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 27 dicembre 2007, n. 2171

Linee guida per il recupero ambientale dei siti interessati dalle attività estrattive in ambito golenale di Po nel tratto che interessa le Province di Piacenza, Parma e Reggio Emilia

Una delle tante sfide: riparare/ricostruire la piana golenale

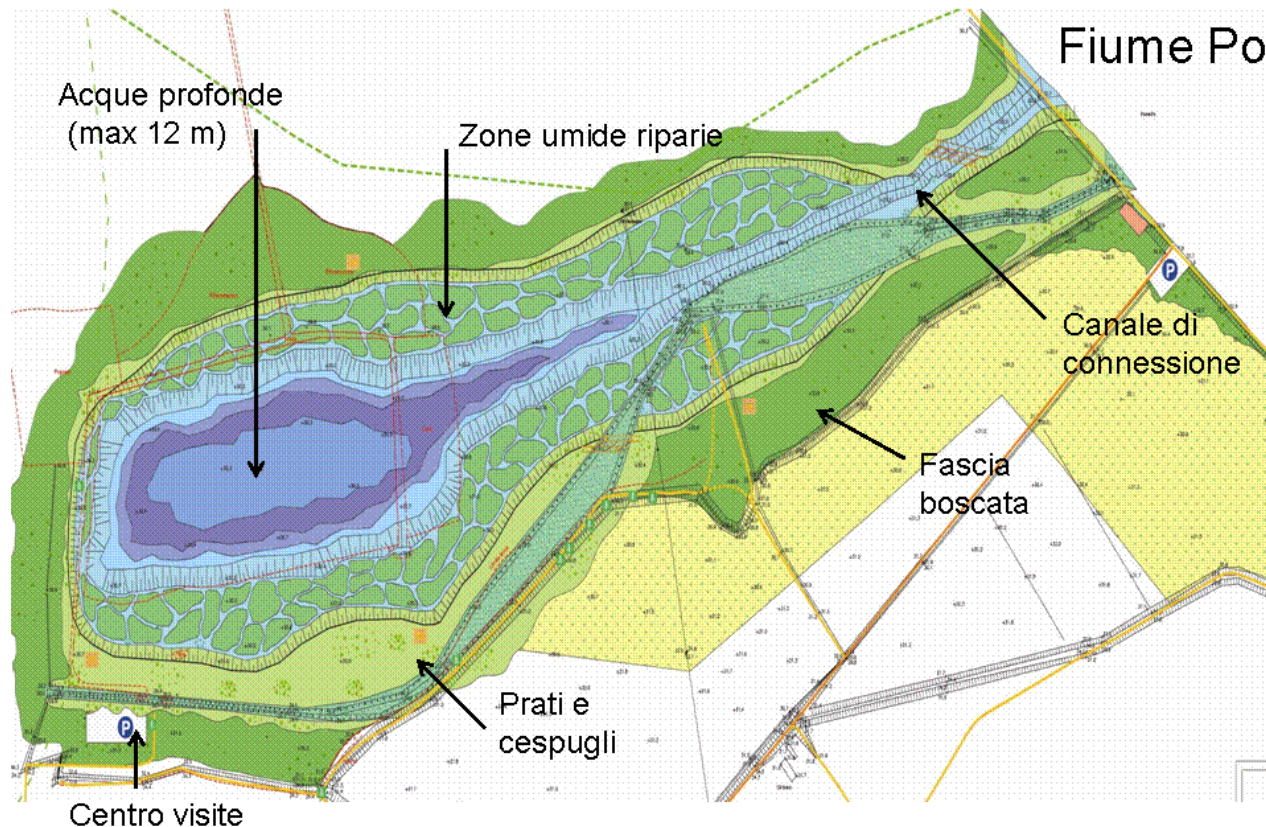


Viaroli, 2013. *Biologia Ambientale* 27: 45-53.

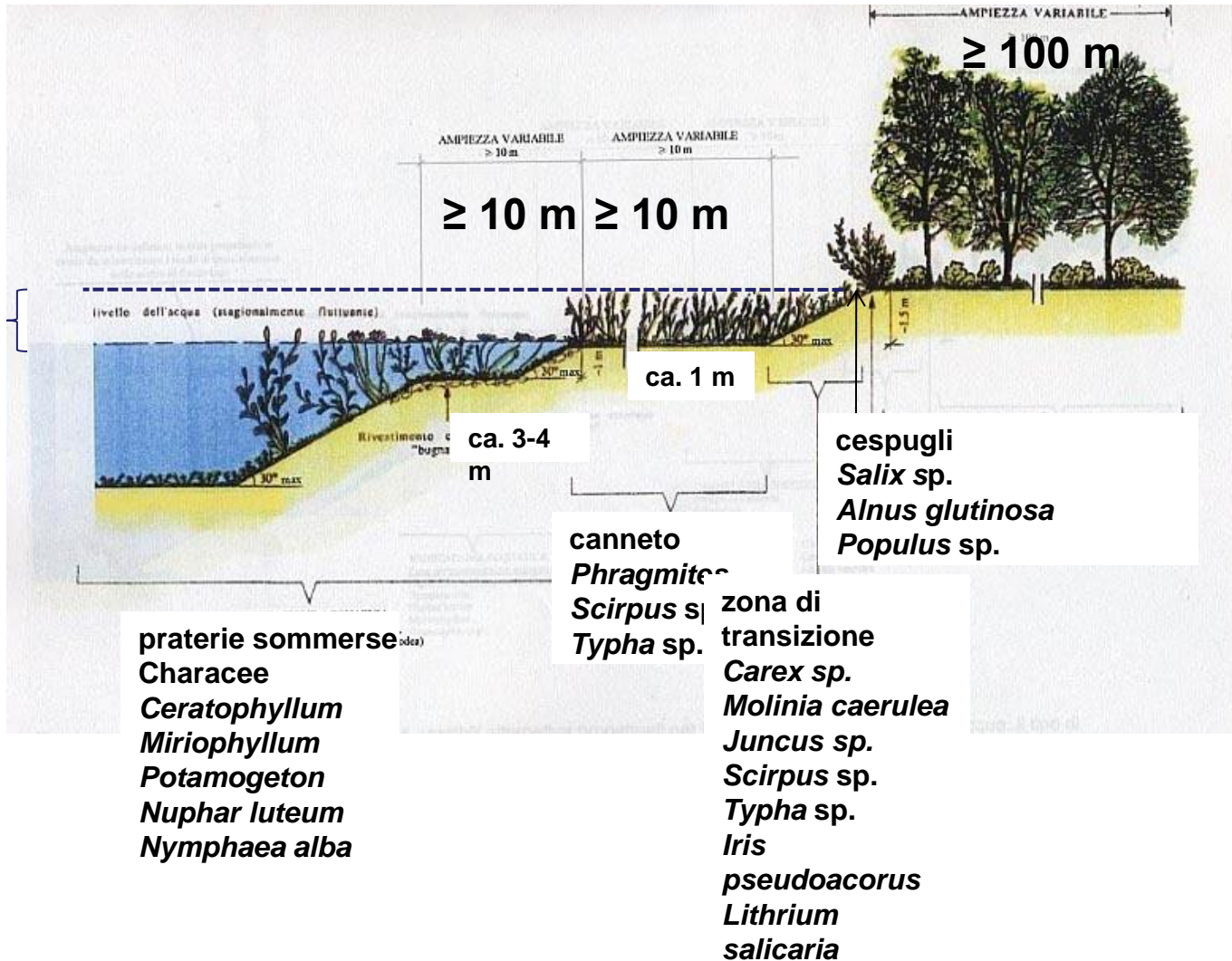
Viaroli et al., 2014. *Atti dei Convegni Lincei* 279, 85-100

È possibile ricostruire(o costruire ex novo) ambienti acquatici nelle golene fluviali? (Rossi et al., 2010, Biologia Ambientale 24: 319.329.

Schema dell'impianto pilota della Langa dei Francesi (Rossi G. et al., 2010)



Un possibile profilo della vegetazione del litorale dei laghi di cava (PIAE Provincia di Piacenza)



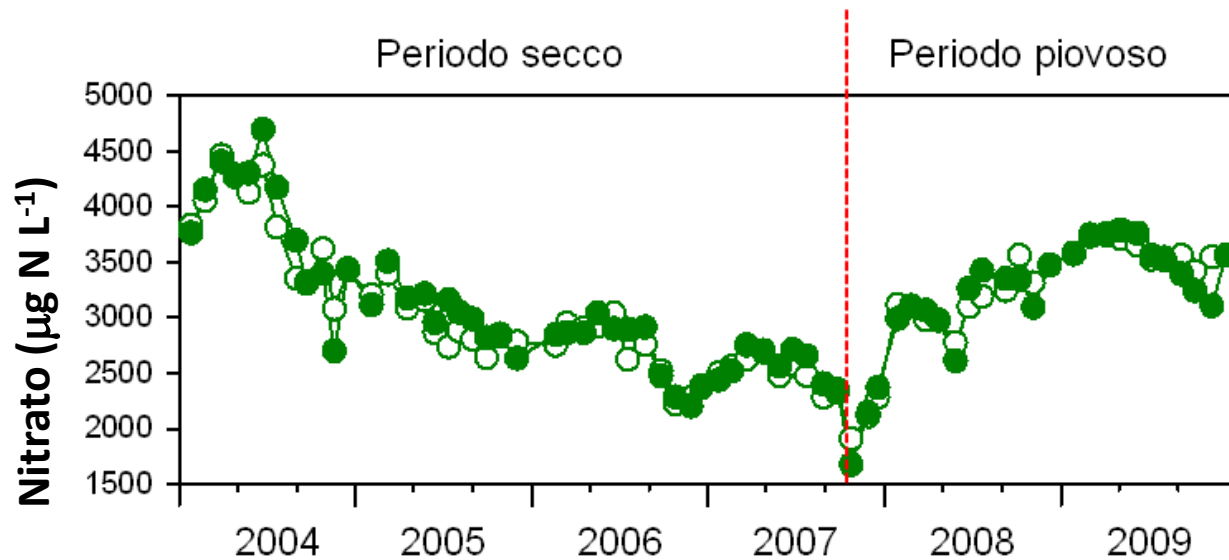
Variazioni nel tempo dell'azoto inorganico disciolto in un lago di cava situato in una zona vulnerabile ai nitrati (Piacenza) dal 2004 al 2009.

Massima quantità di azoto nitrico nel 2004 = 5100 kg

Perdita netta di azoto nitrico dal 2004 al 2007 = 1015 kg N anno⁻¹

Perdite per denitrificazione (misura diretta) = 1854 kg N anno⁻¹

(Nizzoli et al, 2010. Water Research 44: 2715- 2724; Nizzoli et al., 2014, Hydrobiologia, 737:183–200)



- 1) Non ci sono soluzioni pronto – uso
- 2) Individuare le nuove condizioni di riferimento in un contesto di grande variabilità
- 3) I concetti di qualità delle acque e di stato ecologico vanno rivisitati avendo in mente le 3 **R**
Resilience (Recovery)
Restoration
Reconstruction (Re-creation)

La sfida del nuovo millennio:

“What we need to do now is not just recreate the ecosystems that existed 200 or 300 years ago, but create systems that we believe will be most suited to a given area for the next 100 to 200 years of climate change”

Parmesan C, Science Watch® Newsletter Interview March 2010