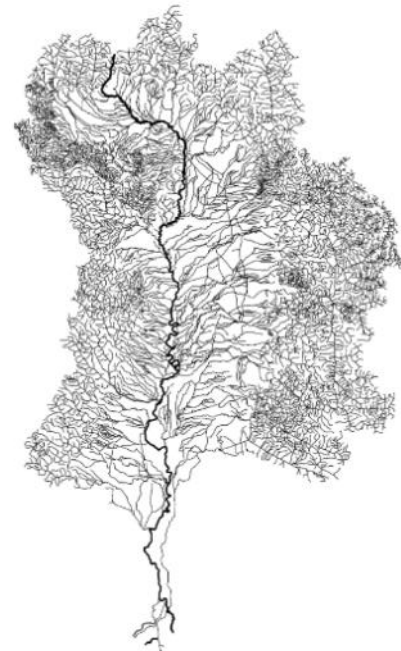


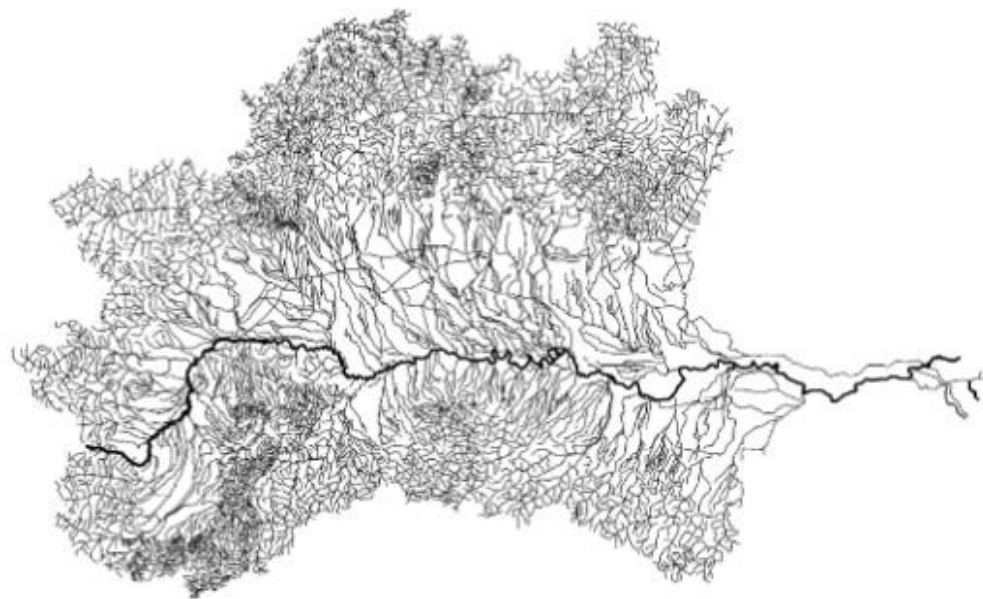
Stato delle conoscenze e delle non conoscenze sui contributi antropici dei nutrienti (azoto e fosforo) afferenti all'Adriatico

D. Nizzoli, P. Viaroli

Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale
UNIVERSITÀ DI PARMA



Stato delle conoscenze e delle non conoscenze sui contributi antropici dei nutrienti (azoto e fosforo) afferenti all'Adriatico



Collaborazioni di ricerca tra l'Università di Parma, l'Università di Ferrara, la Regione Lombardia e ADBPo, Prin «NoAqua»
Valutazione dei carichi di nutrienti veicolati nelle acque superficiali.

Stato delle conoscenze e delle non conoscenze sui contributi antropici dei nutrienti (azoto e fosforo) afferenti all'Adriatico

Input netto di N e P di
origine antropica nel
bacino del Po



Collaborazioni di ricerca tra l'Università di Parma, l'Università di Ferrara, la Regione Lombardia e ADBPo, Prin «NoAqua»
Valutazione dei carichi di nutrienti veicolati nelle acque superficiali.

Stato delle conoscenze e delle non conoscenze sui contributi antropici dei nutrienti (azoto e fosforo) afferenti all'Adriatico

Input netto di N e P di origine antropica nel bacino del Po

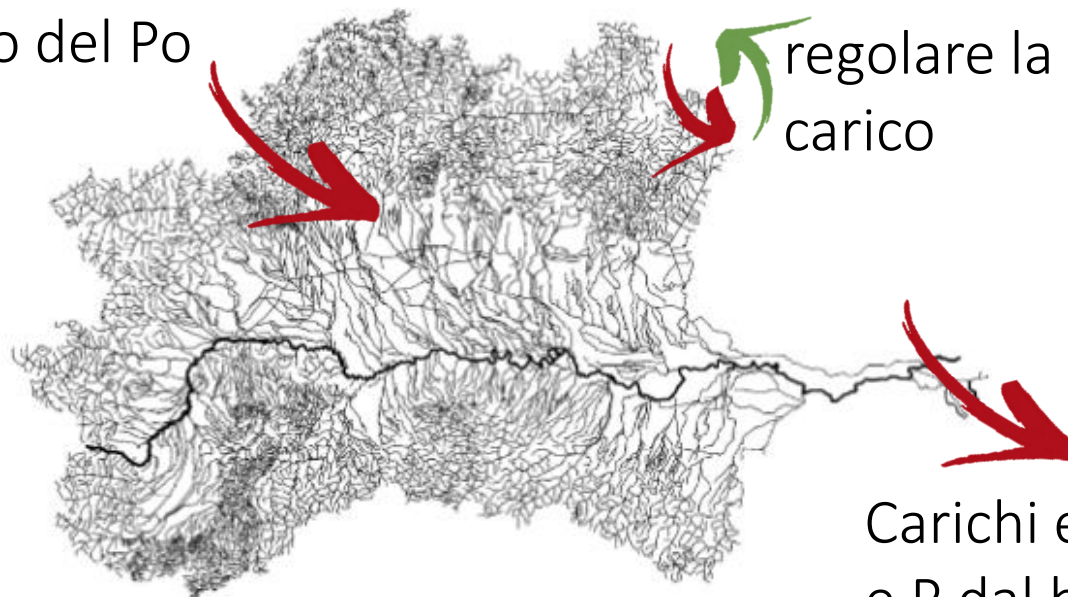


Carichi esportati di N e P dal bacino del Po

Stato delle conoscenze e delle non conoscenze sui contributi antropici dei nutrienti (azoto e fosforo) afferenti all'Adriatico

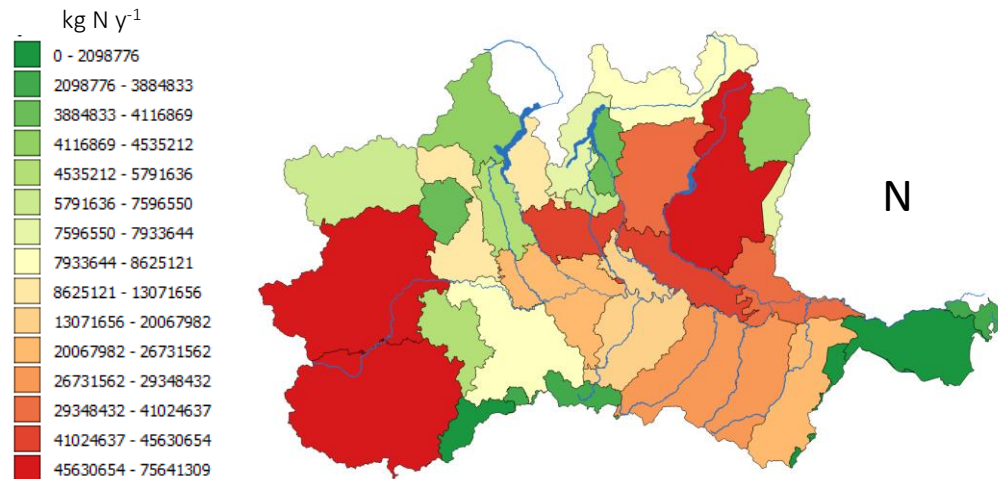
Input netto di N e P di origine antropica nel bacino del Po

Processi che concorrono a regolare la formazione del carico



Carichi esportati di N e P dal bacino del Po

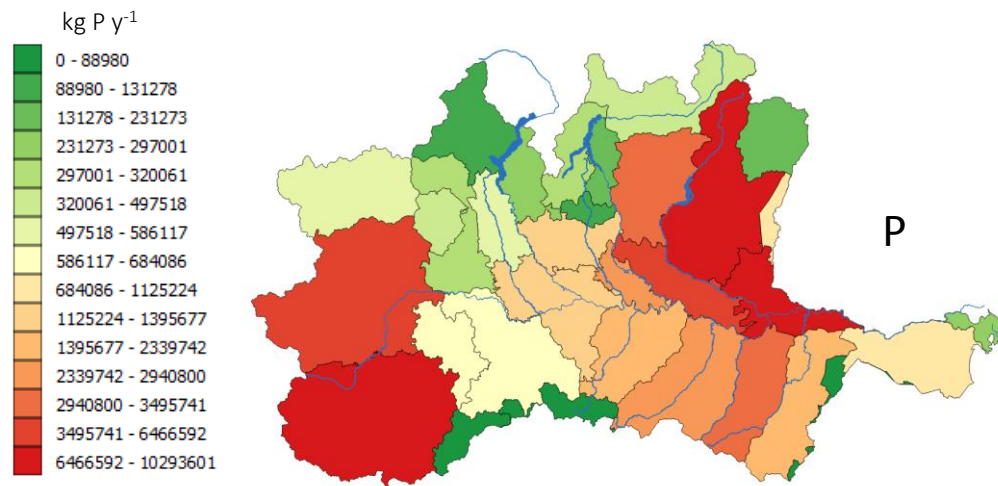
Input netto di N e P di origine antropica nel bacino del Po (2010)



N

Analisi della variazione spaziale e temporale dei carichi potenziali di N e P utilizzando lo strumento del bilancio di massa:

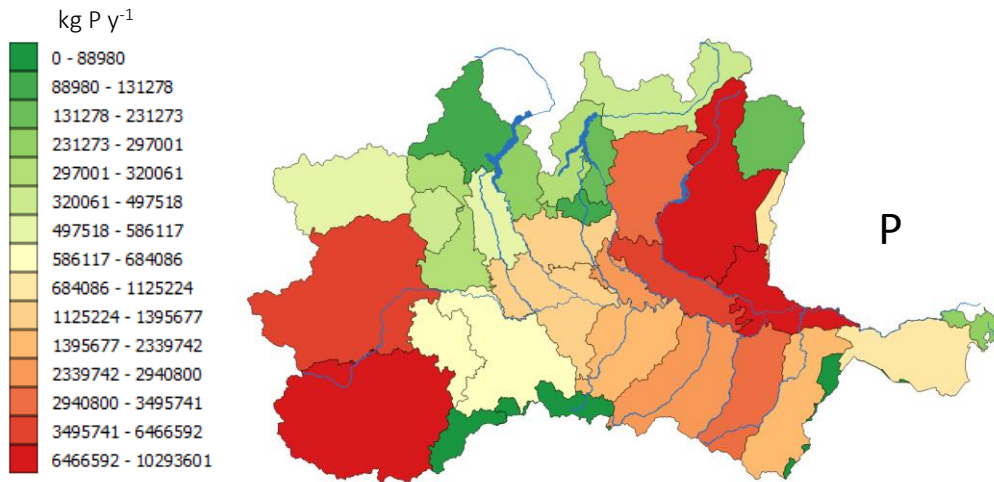
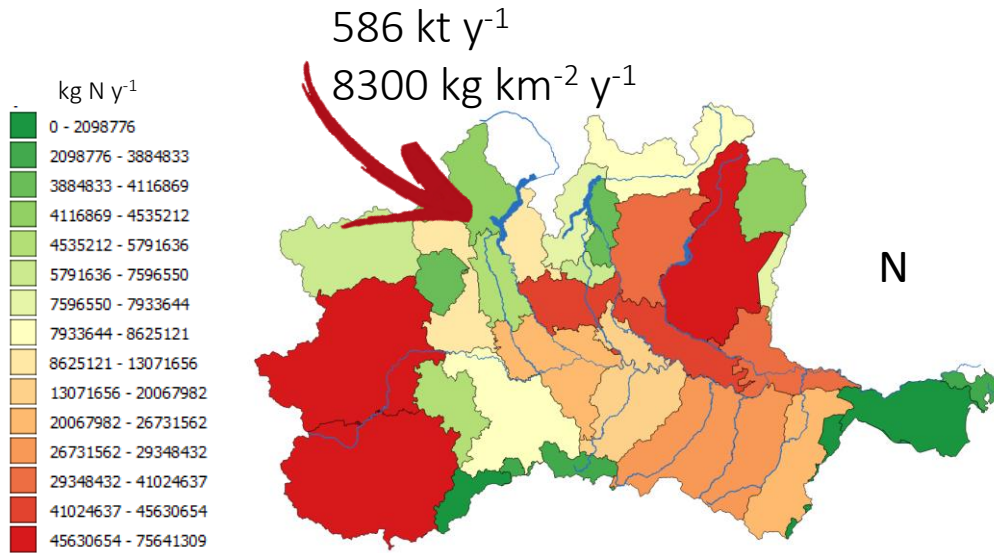
stima input netti di N e P di origine antropica: Net Anthropogenic Nitrogen Input (NANI) e Net Anthropogenic Phosphorus Input (NAPI)



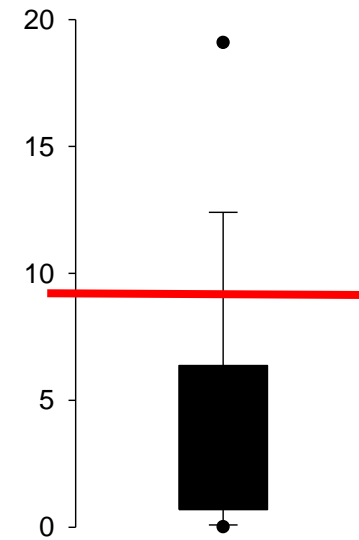
P

Indici quantitativi e sintetici delle pressioni esercitate dalle attività antropiche sulle dinamiche di N e P

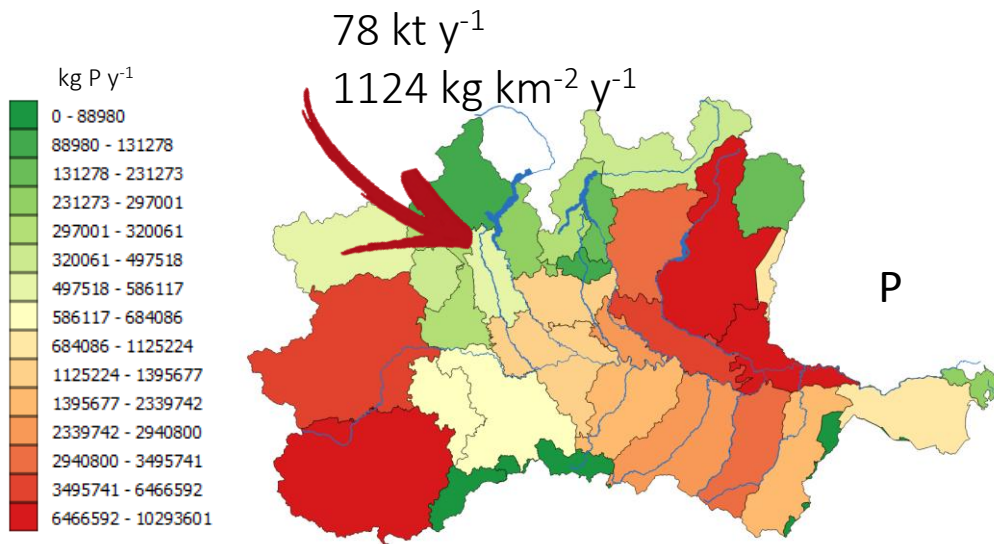
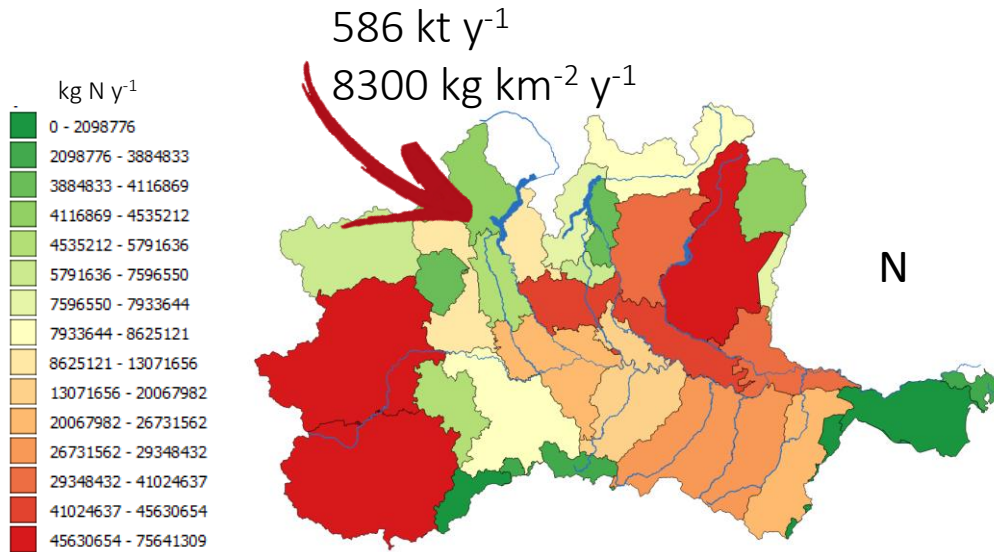
Input netto di N e P di origine antropica nel bacino del Po (2010)



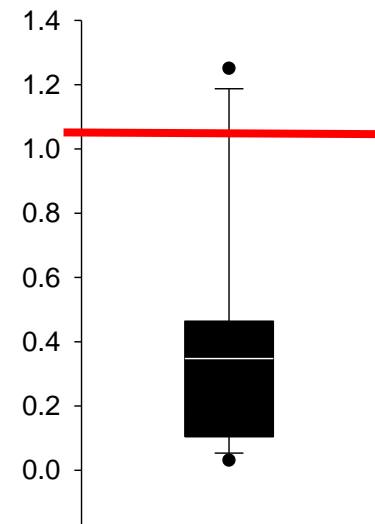
Distribuzione NANI a livello europeo
(t N $km^{-2} y^{-1}$)



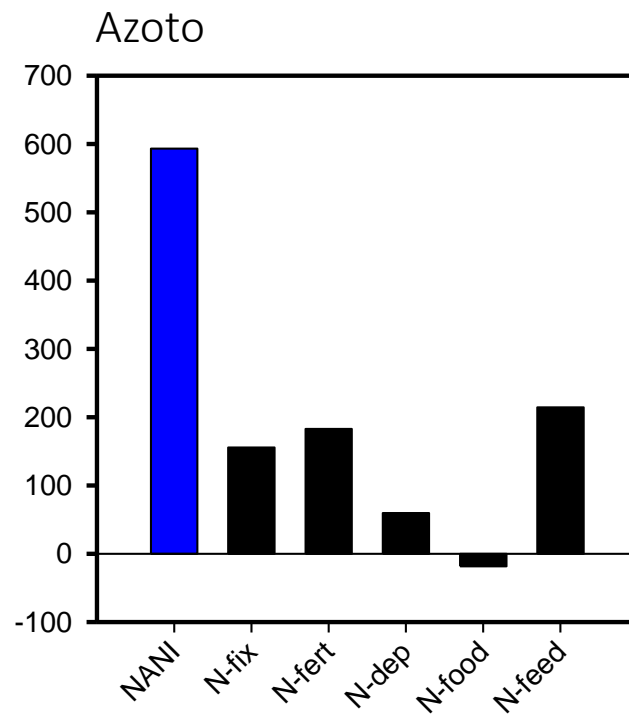
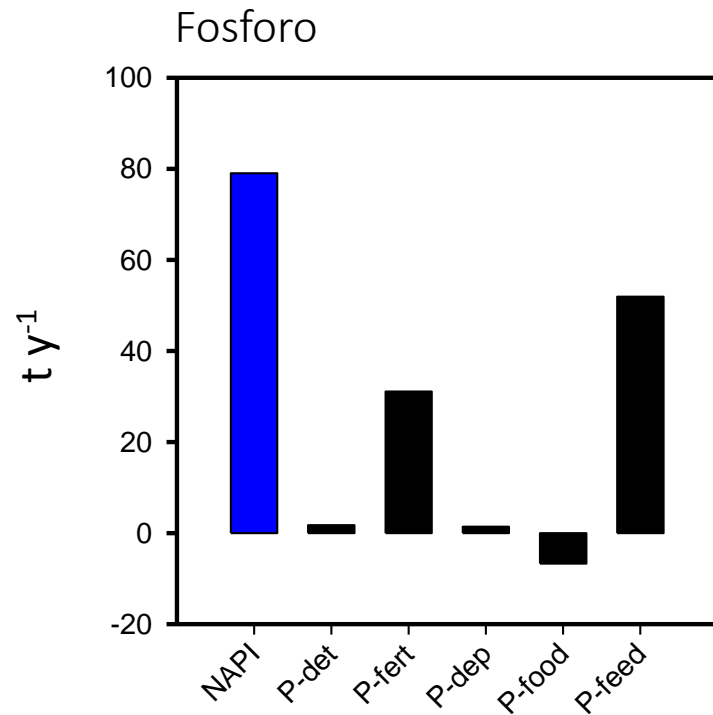
Input netto di N e P di origine antropica nel bacino del Po (2010)



Distribuzione NAPI a livello europeo
(t P $km^{-2} y^{-1}$)



Input netto di N e P di origine antropica nel bacino del Po (2010)

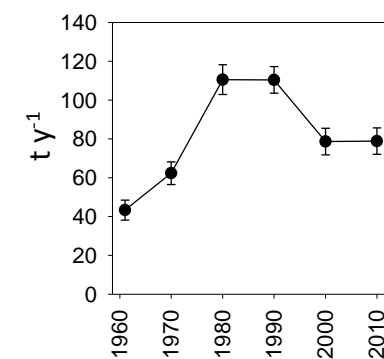
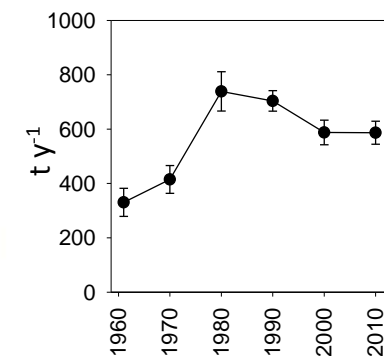
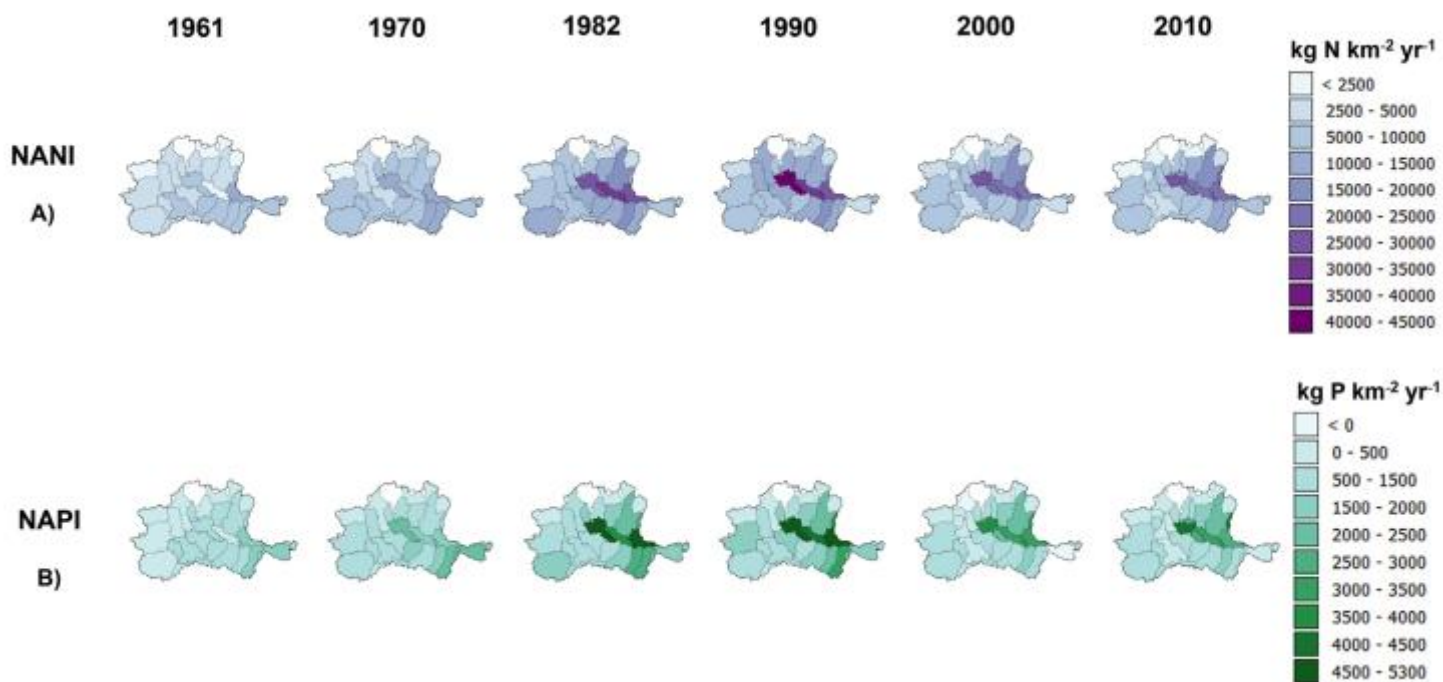


Bacino nettamente eterotrofo – la produzione interna non è sufficiente a sostenere le richieste della popolazione zootecnica. Produzione di circa 300 t N y⁻¹ e 58 t P y⁻¹ sotto forma di reflui zootecnici



Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy)

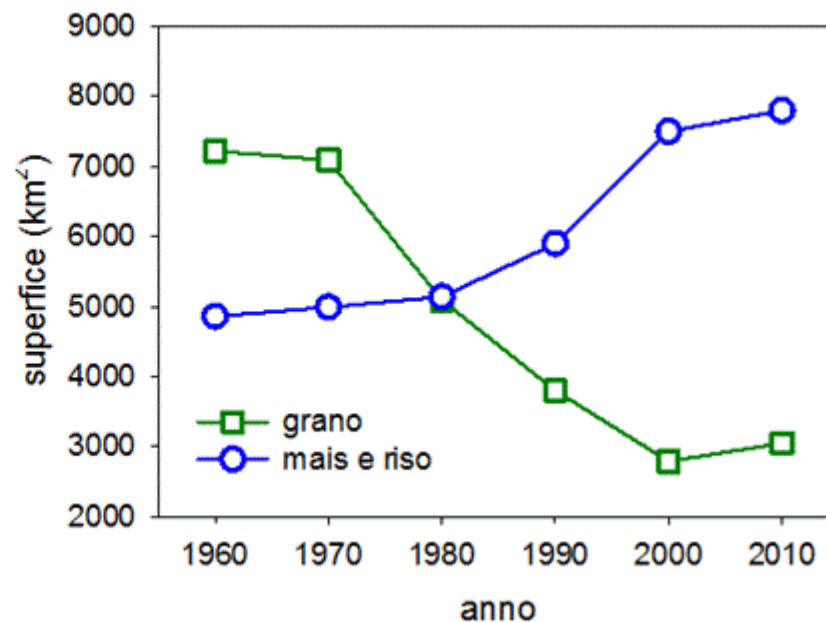
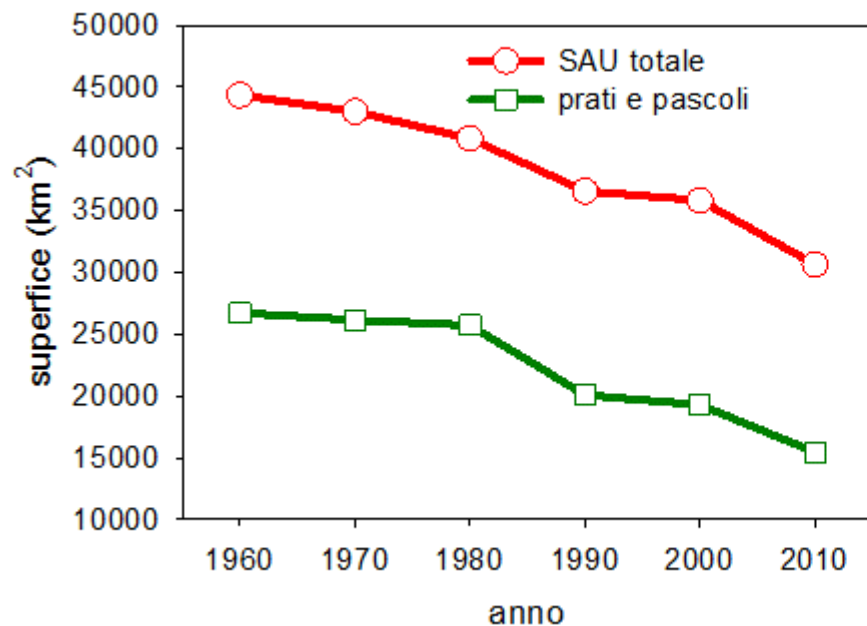
Pierluigi Viaroli ^{a,b,*}, Elisa Soana ^c, Silvano Pecora ^d, Alex Laini ^a, Mariachiara Naldi ^{a,b}, Elisa Anna Fano ^{b,c}, Daniele Nizzoli ^a





Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy)

Pierluigi Viaroli ^{a,b,*}, Elisa Soana ^c, Silvano Pecora ^d, Alex Laini ^a, Mariachiara Naldi ^{a,b}, Elisa Anna Fano ^{b,c}, Daniele Nizzoli ^a



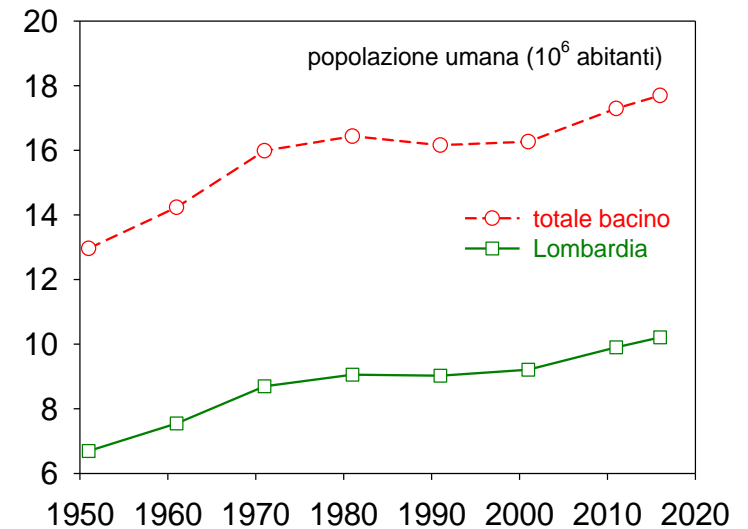
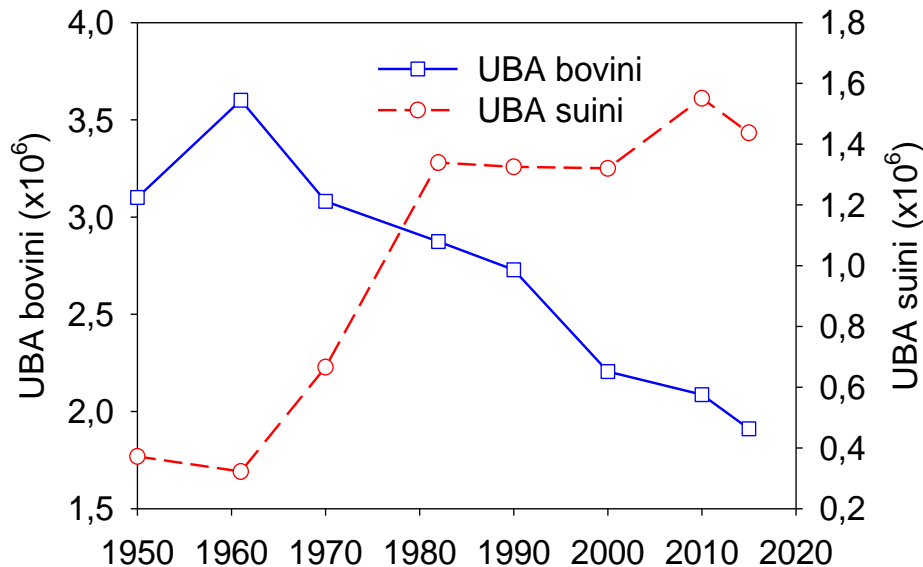
Perdita progressiva di circa il 30% del suolo agricolo, prevalentemente erbai

Drastica diminuzione dei cereali vernini non irrigati e aumento equivalente della SAU di raccolti estivi a mais e riso che richiedono molta acqua



Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy)

Pierluigi Viaroli ^{a,b,*}, Elisa Soana ^c, Silvano Pecora ^d, Alex Laini ^a, Mariachiara Naldi ^{a,b}, Elisa Anna Fano ^{b,c}, Daniele Nizzoli ^a



Cambia radicalmente la tipologia di allevamento con la crescita esponenziale del numero di capi suini e il progressivo declino di quelli bovini.

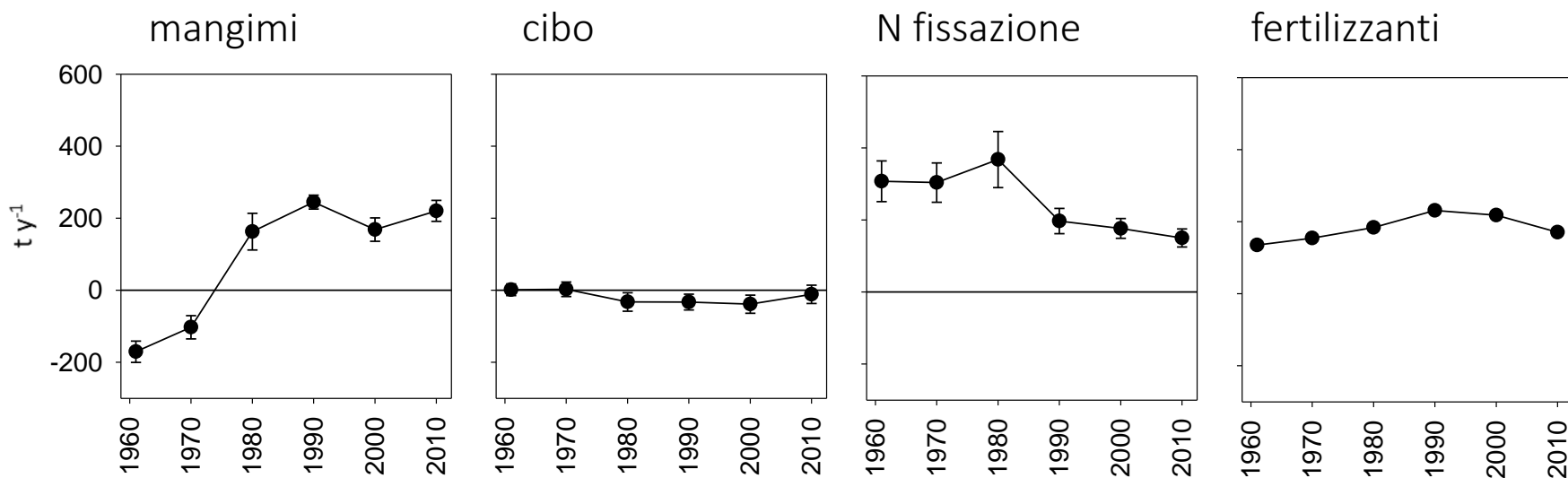
La popolazione umana aumenta e si concentra nei centri urbani



Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy)

Pierluigi Viaroli ^{a,b,*}, Elisa Soana ^c, Silvano Pecora ^d, Alex Laini ^a, Mariachiara Naldi ^{a,b}, Elisa Anna Fano ^{b,c}, Daniele Nizzoli ^a

Variazione nelle componenti del NANI

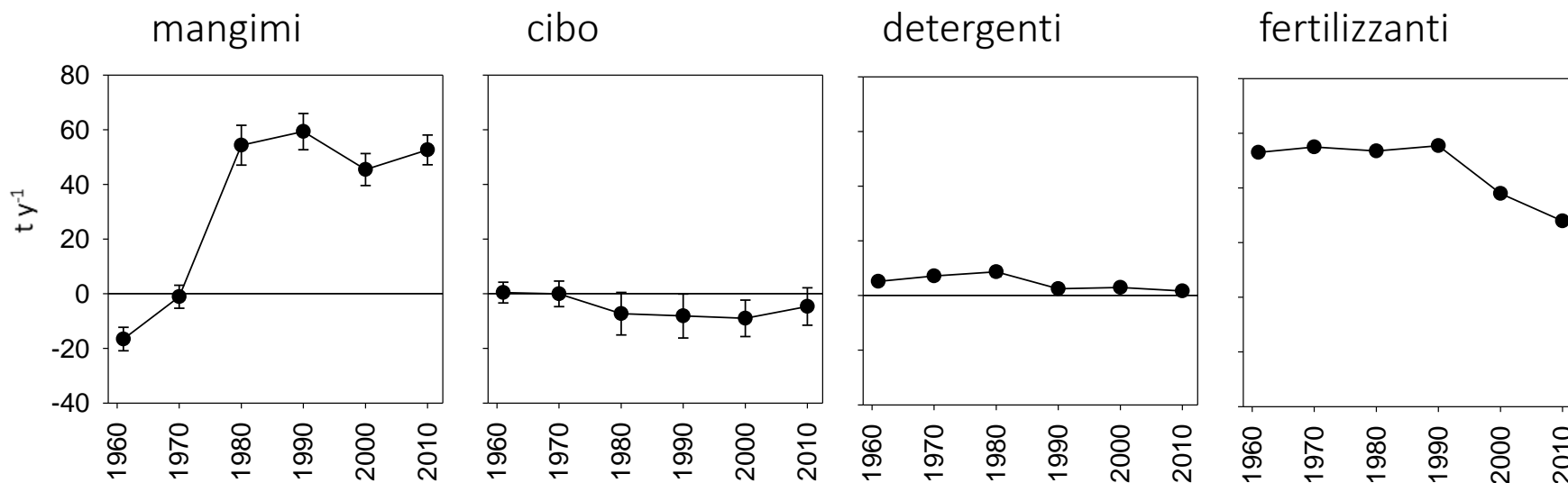




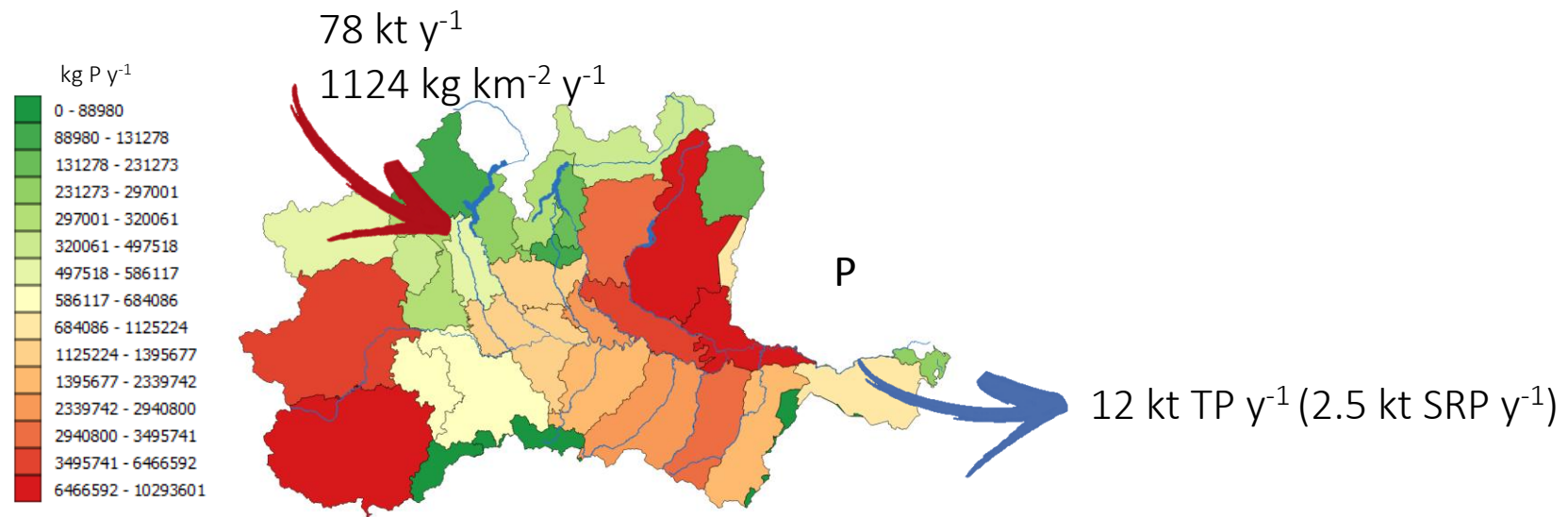
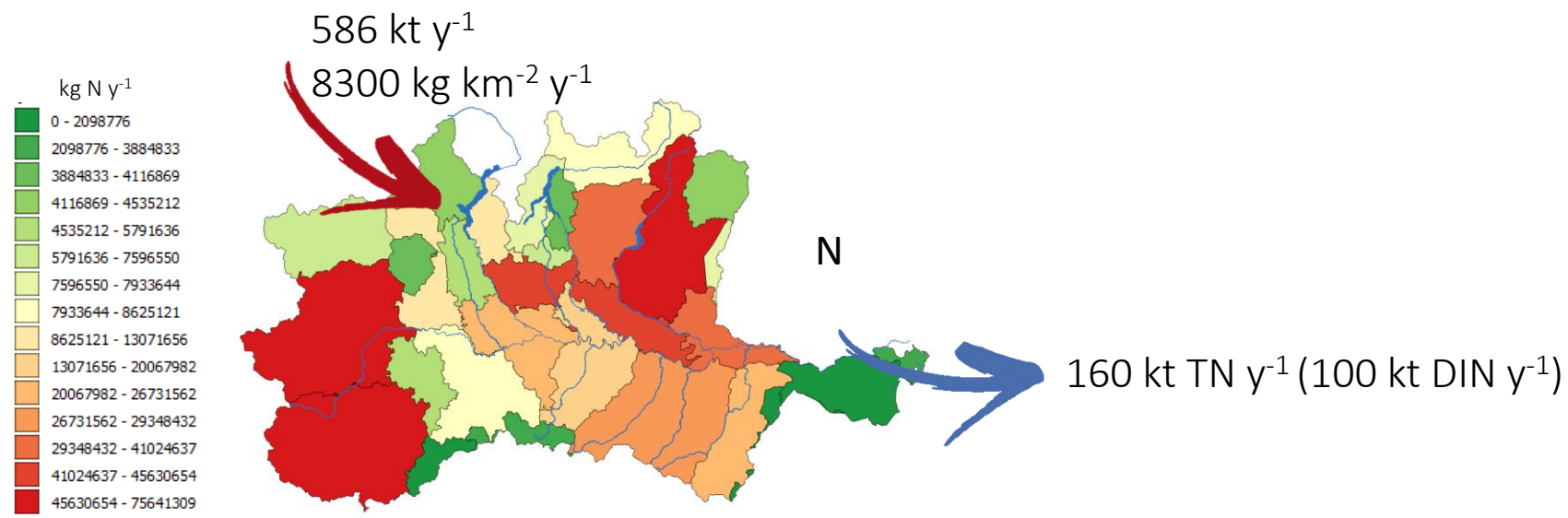
Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy)

Pierluigi Viaroli ^{a,b,*}, Elisa Soana ^c, Silvano Pecora ^d, Alex Laini ^a, Mariachiara Naldi ^{a,b}, Elisa Anna Fano ^{b,c}, Daniele Nizzoli ^a

Variazione nelle componenti del NAPI



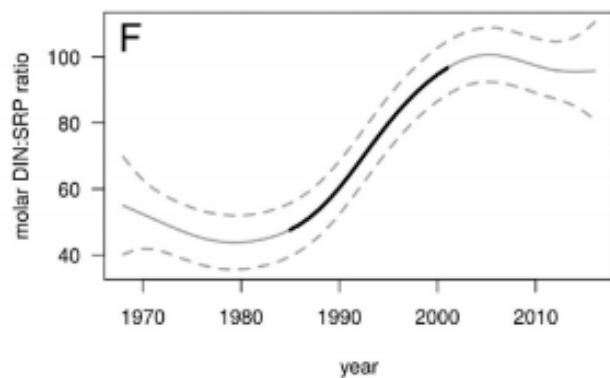
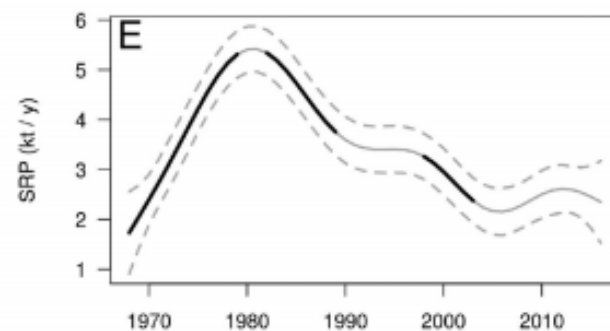
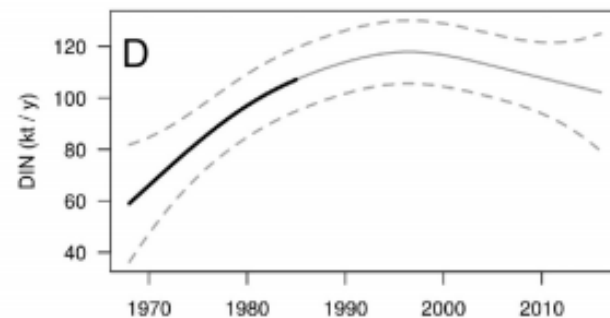
Carichi esportati di N e P dal bacino del Po (2015)





Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy)

Pierluigi Viaroli ^{a,b,*}, Elisa Soana ^c, Silvano Pecora ^d, Alex Laini ^a, Mariachiara Naldi ^{a,b}, Elisa Anna Fano ^{b,c}, Daniele Nizzoli ^a



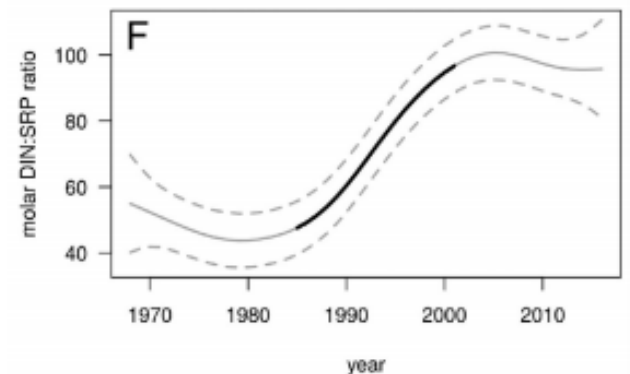
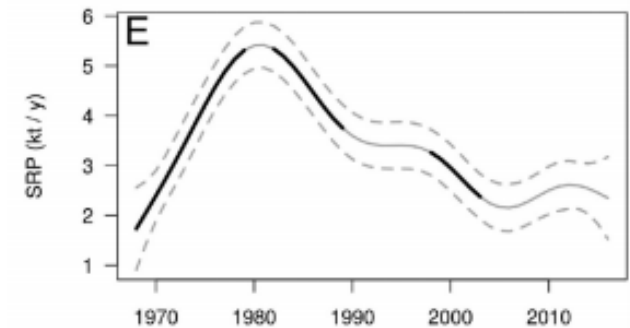
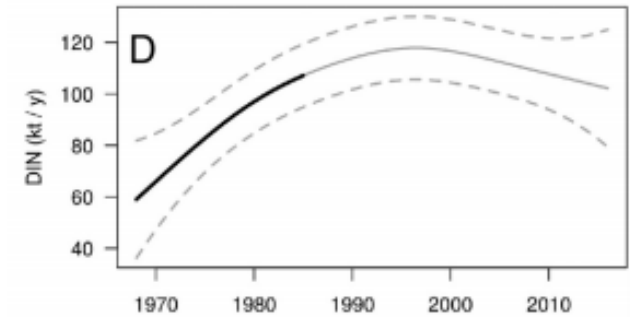


Space and time variations of watershed N and P budgets and their relationships with reactive N and P loadings in a heavily impacted river basin (Po river, Northern Italy)

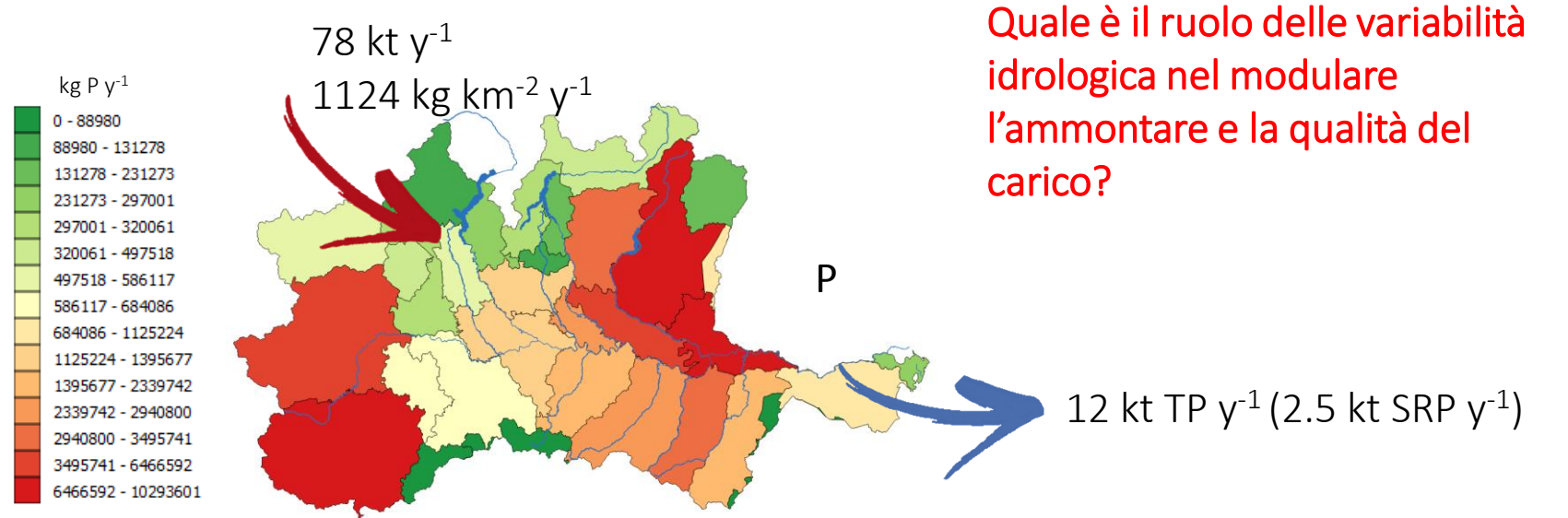
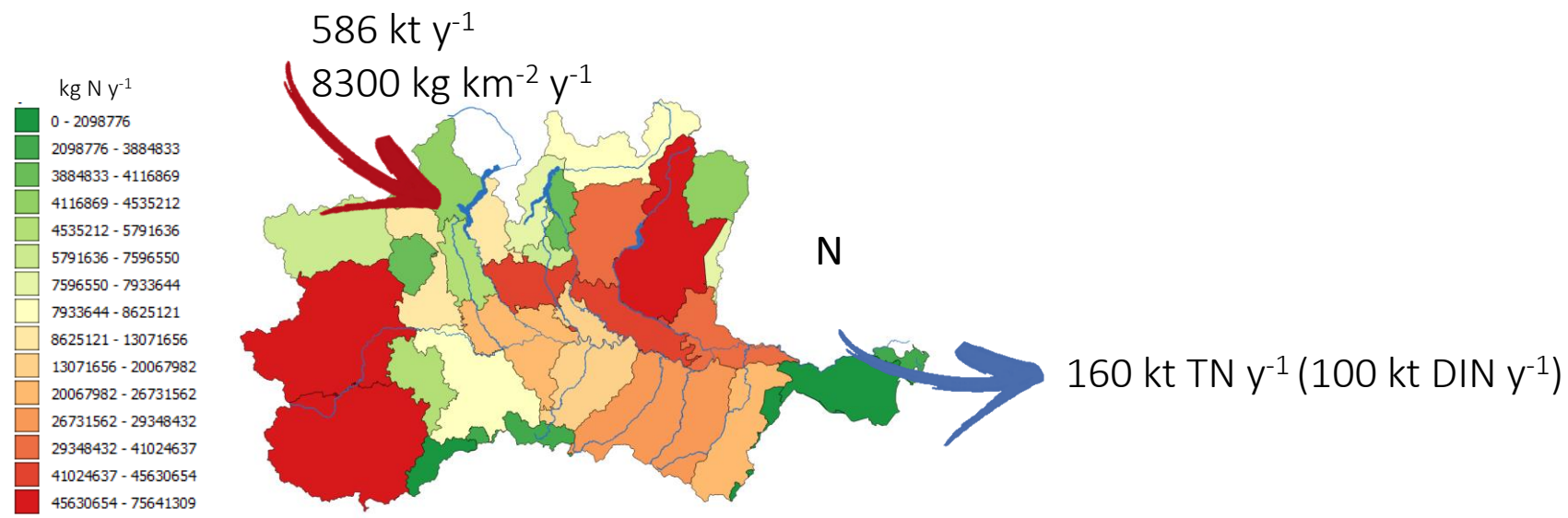
Pierluigi Viaroli ^{a,b,*}, Elisa Soana ^c, Silvano Pecora ^d, Alex Laini ^a, Mariachiara Naldi ^{a,b}, Elisa Anna Fano ^{b,c}, Daniele Nizzoli ^a

Un terzo incomodo: il silicio nella forma reattiva solubile (DSi) è un fattore essenziale per la crescita delle diatomee, componente fondamentale e base delle reti trofiche marine. **Cosa potrebbe succedere se venisse a mancare?**

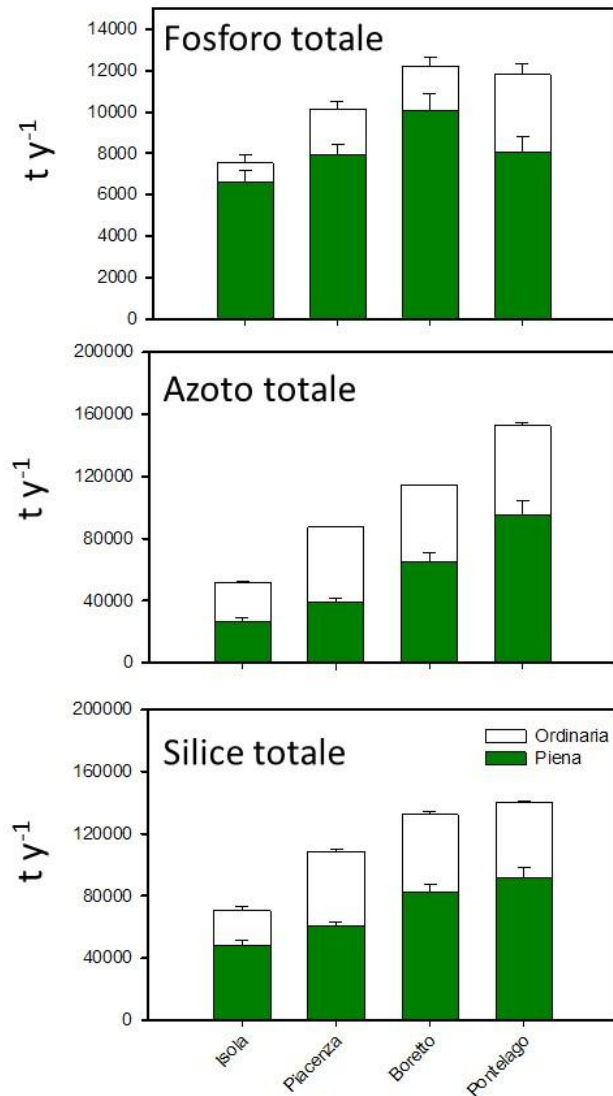
anno	DSi	DSi:DIN
	kt Si y ⁻¹	
1968-70	114-134	1,06
1981-84	156-178	0,70
2004	172	0,64
2005-07	77-102	0,58-0,62
2015	81	0,39
2016	50	0,28



Carichi esportati di N e P dal bacino del Po (2015)



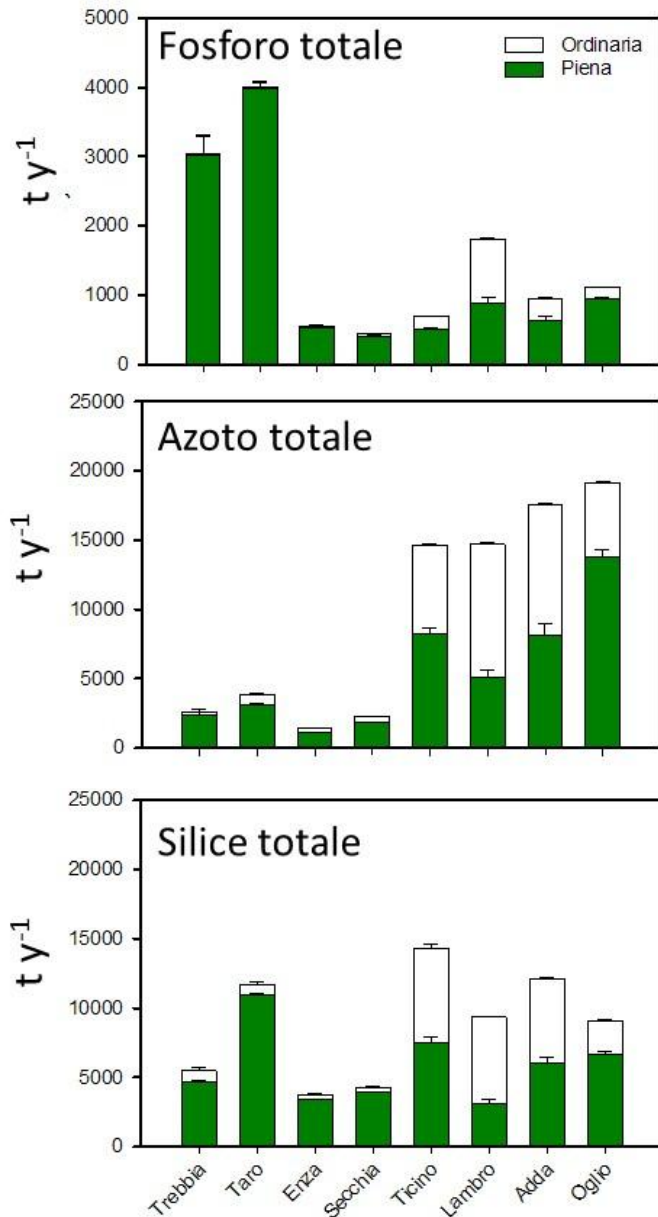
Carichi in transito nelle stazioni nel Po



Contributo piene alla formazione del carico (%)

P	68
N	62
Si	66
Piena (n° gg)	147 (40%)

Carichi in transito in sottobacini del versante alpino e appenninico



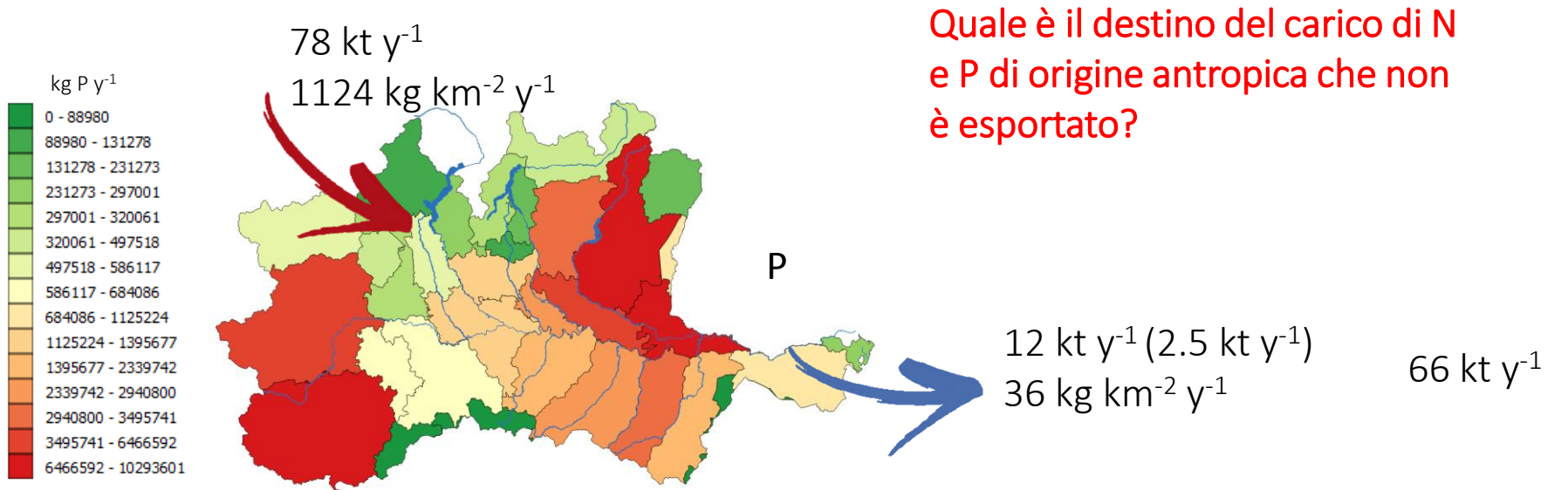
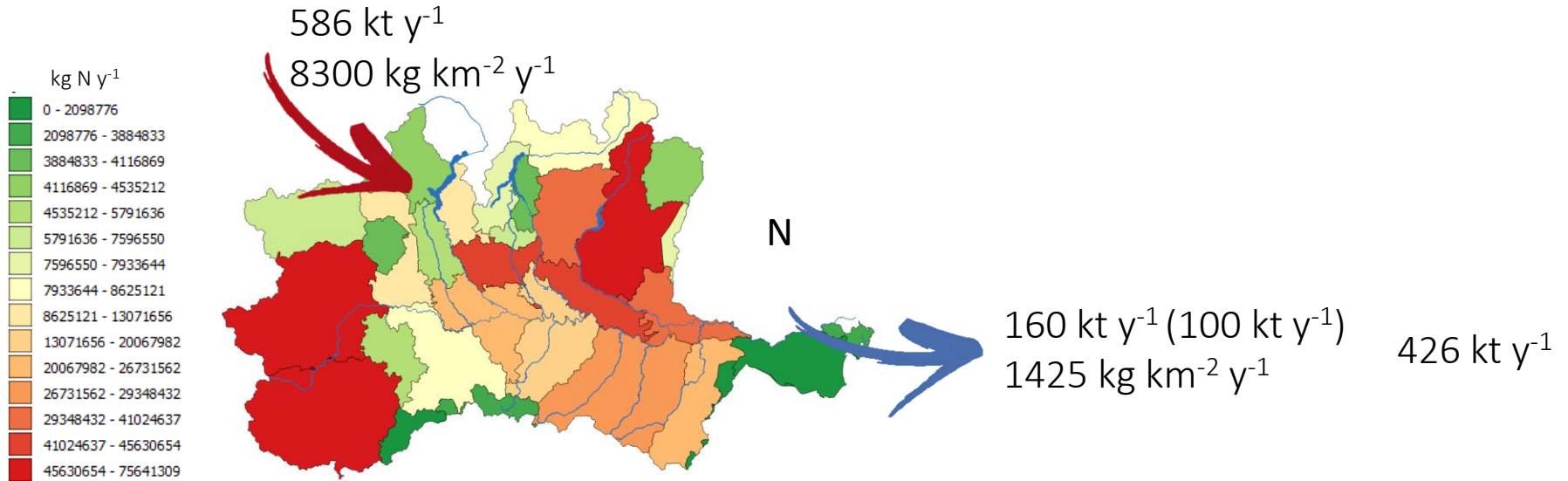
Carico esportato (t y⁻¹)

	Appenninico	Alpino
P	8000	4500
N	12100	66000
Si	25100	44800

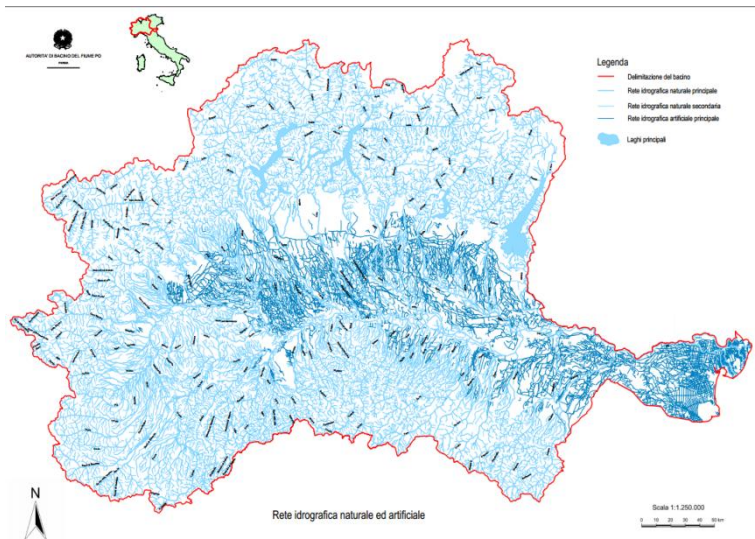
Contributo piene alla formazione del carico (%)

	Appenninico	Alpino
P	99	65
N	85	53
Si	91	52
Piena (n° gg)	50-108 (13-30%)	90-160 (25-43%)

Accumulo netto di N e P di origine antropica nel bacino del Po (2010)



Interfacce tra ecosistemi acquatici e sistema agricolo
~50.000 km di canali naturali e artificiali nel bacino del Po.
~500 laghi di cava = 51 km² tra LO-PC a MN-RE



Bolpagni et al., 2013.
Castaldelli et al., 2013, 2015

- gestione ordinaria/abbandono
- riqualificazione idraulica-ambientale
- riqualificazione ecologica (restoration ecology)
- valorizzazione funzionale (servizi ecosistemici)

An ounce of prevention is worth a pound of cure: Managing macrophytes for nitrate mitigation in irrigated agricultural watersheds



Elisa Soana ^{a,*}, Marco Bartoli ^b, Marco Milardi ^a, Elisa Anna Fano ^a, Giuseppe Castaldelli ^a

^a Department of Life Sciences and Biotechnology, University of Ferrara, Via L. Borsari 46, 44121 Ferrara, Italy

^b Department of Chemistry, Life Sciences and Environmental Sustainability, University of Parma, Parco Area delle Scienze 33/A, 43124 Parma, Italy



Fig. 1. Study area: A) location of the Po River basin in Europe; B) location of the Po plain below 50 m a.s.l. within the Po River basin; C) land use (CORINE Land Cover map, 2012) and D) hydrographic network of the studied area (Bing Aerial Maps Baselayer for QGIS, www.bing.com/maps).

Situati a < 50 m slm (~10% bacino)

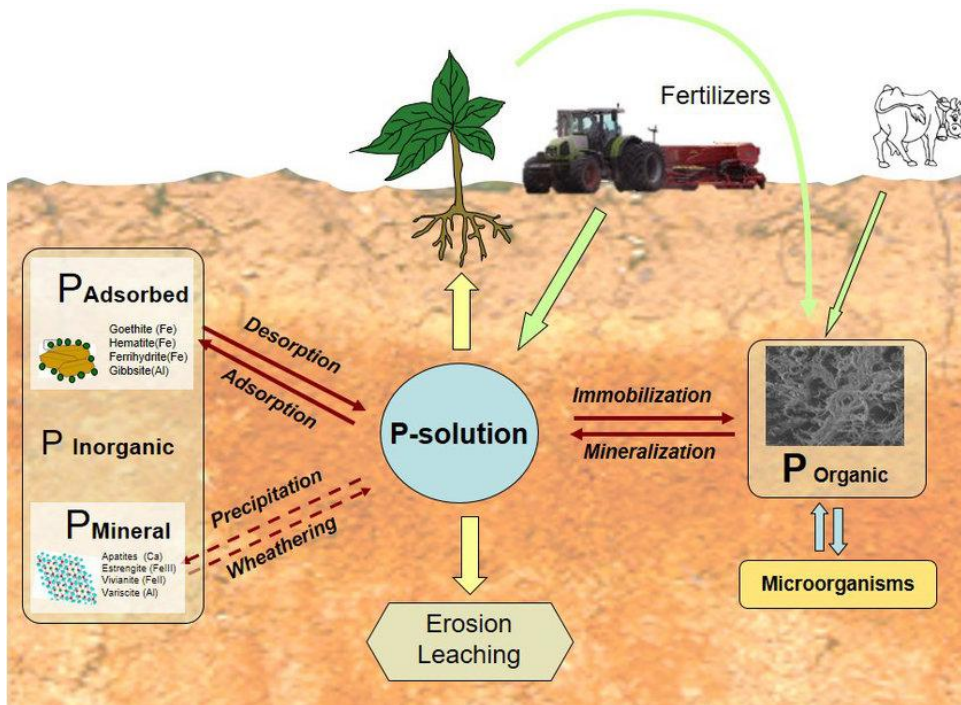
Range di concentrazione nitrato (0.5–8 mg N L⁻¹),

Rimozione dell' N nel reticolo artificiale 3300–4900 t N yr⁻¹,

La rimozione potenziale potrebbe aumentare fino a 4000–33600 t N yr⁻¹ in caso di gestione della vegetazione nel 90% dei canali.

Low buffering capacity and slow recovery of anthropogenic phosphorus pollution in watersheds

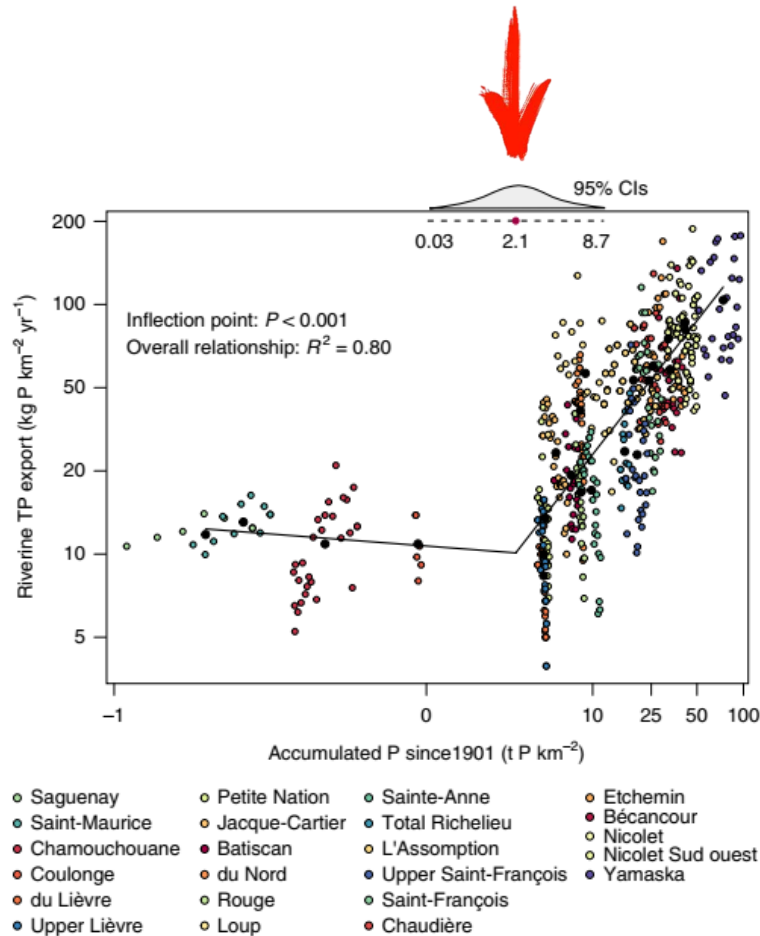
J.-O. Goyette^{1*}, E. M. Bennett² and R. Maranger^{1*}



Poche informazioni su quale possa essere il reale destino del fosforo che è stato accumulato in suoli e sedimenti negli ultimi 50 anni.

Low buffering capacity and slow recovery of anthropogenic phosphorus pollution in watersheds

J.-O. Goyette^{1*}, E. M. Bennett² and R. Maranger^{1*}

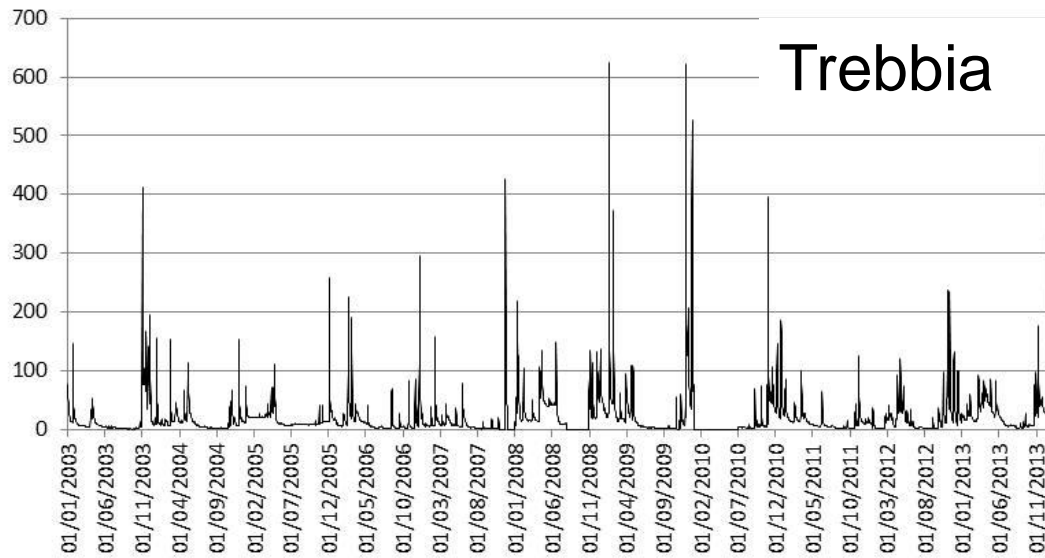


Poche informazioni su quale possa essere il reale destino del fosforo che è stato accumulato in suoli e sedimenti negli ultimi 50 anni.

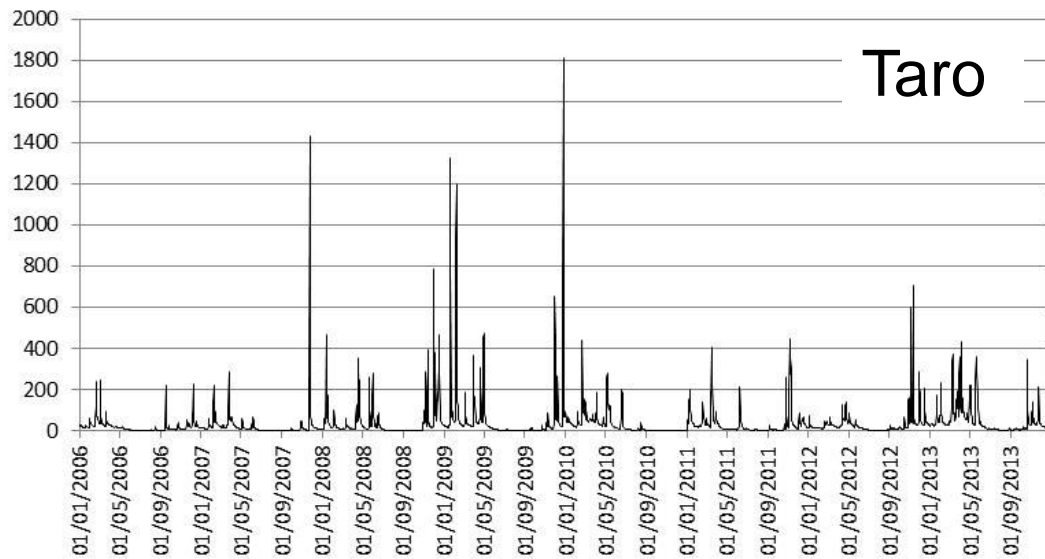
Parte del carico potrebbe rientrare in circolo in seguito alla saturazione dei processi di ritenzione o a causa di eventi meteorici estremi e a piene fluviali di elevata frequenza e intensità (Jarvie *et al.*, 2013; Goyette *et al.*, 2018).

Quanto potranno incidere su questi processi il cambiamento climatico e i suoi effetti sull'idrologia? Sono temi di grande attualità in quanto si ipotizza una possibile “eredità del fosforo”, ovvero un ritorno in circolo di parte del fosforo che al momento è inerte (Jarvie *et al.*, 2013).

Portata (m³/sec)



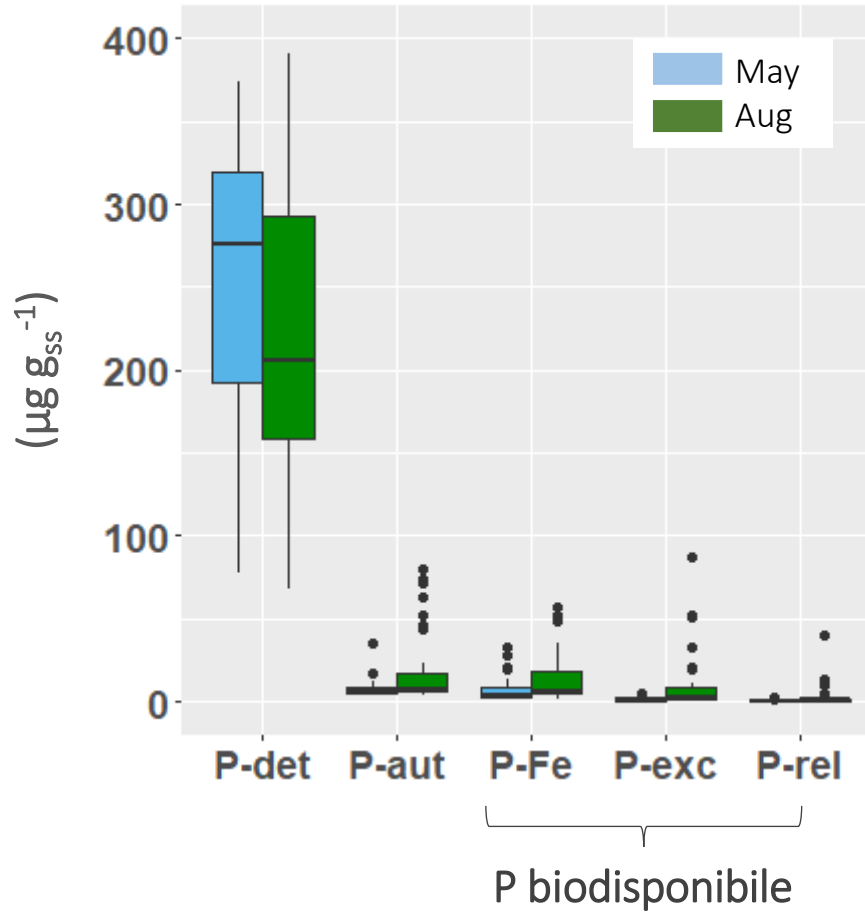
I fiumi e torrenti della destra idrografica del Po (Piemonte ed Emilia-Romagna) stanno assumendo un carattere intermittente.



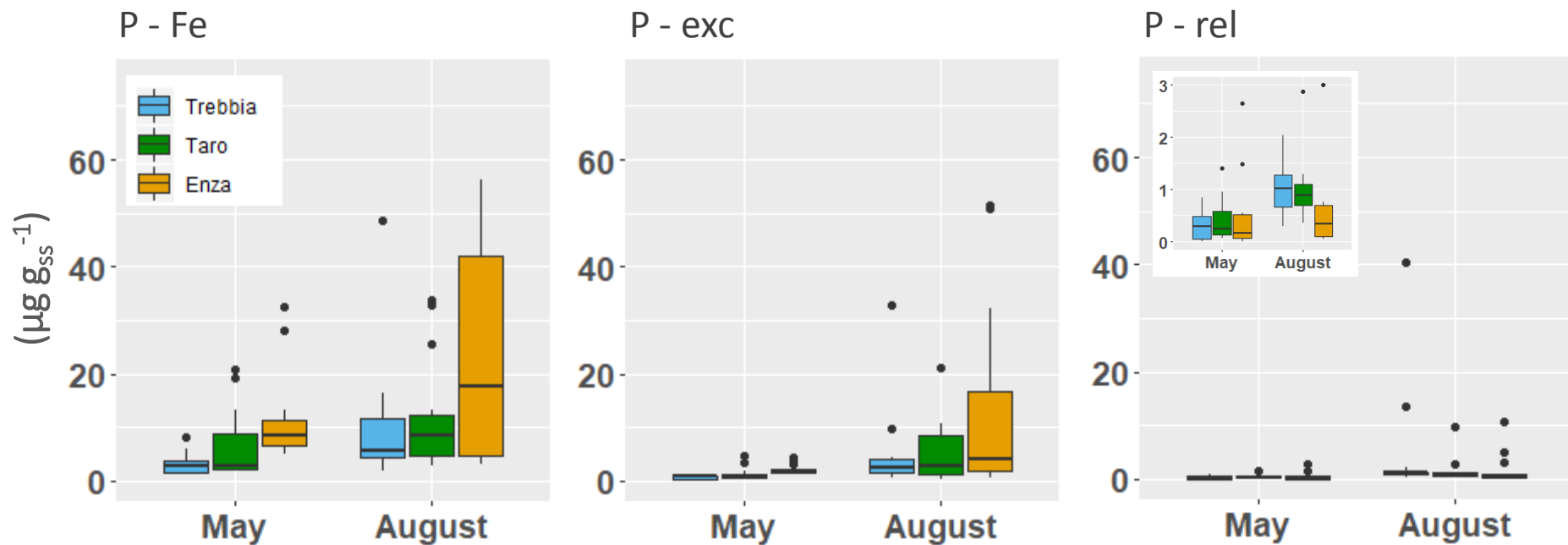
Elevata frequenza di eventi estremi: secche prolungate sono seguite da piene improvvise di breve durata (piene lampo)



Componenti del fosforo totale inorganico



Cambiamenti nelle concentrazioni del fosforo biodisponibile

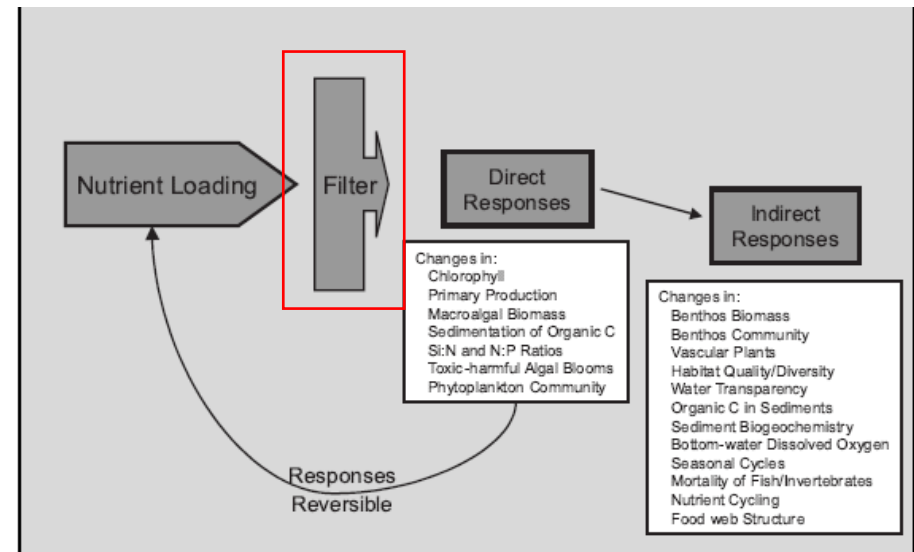
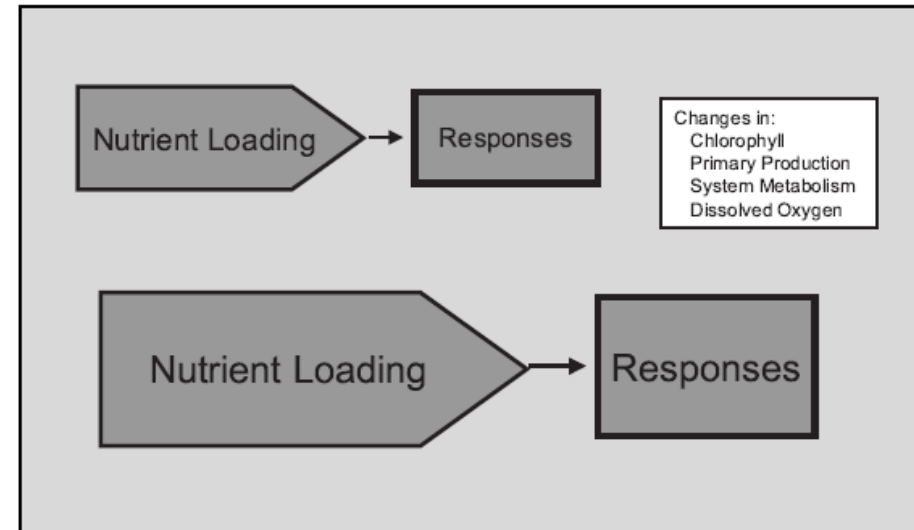


Quale è il ruolo dei processi interni nel regolare gli effetti del carico esterno di nutrienti?

Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem

James E. Cloern*

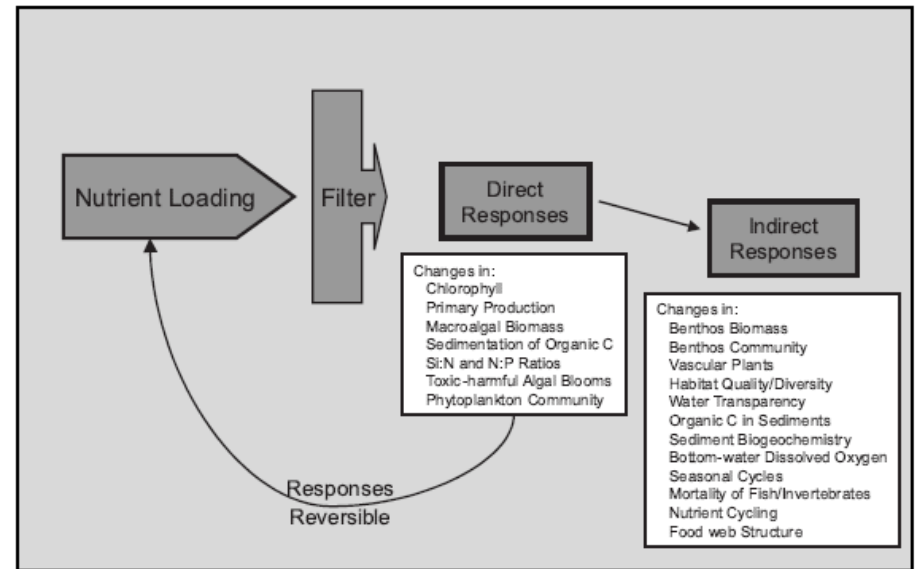
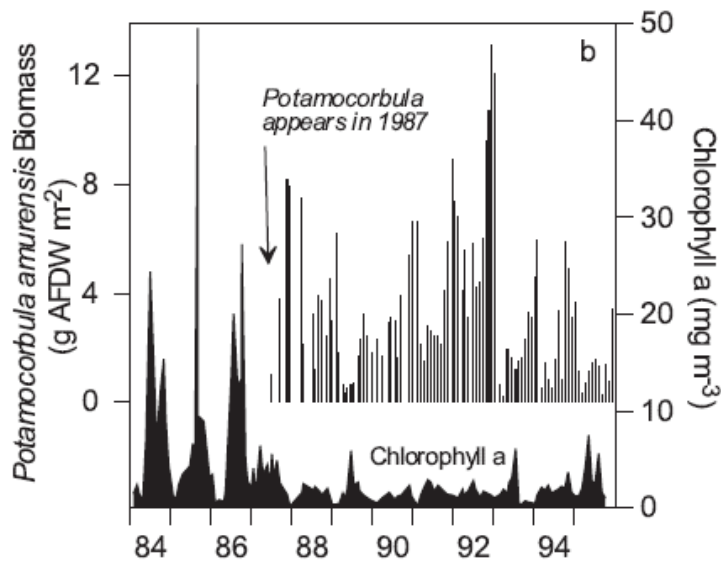
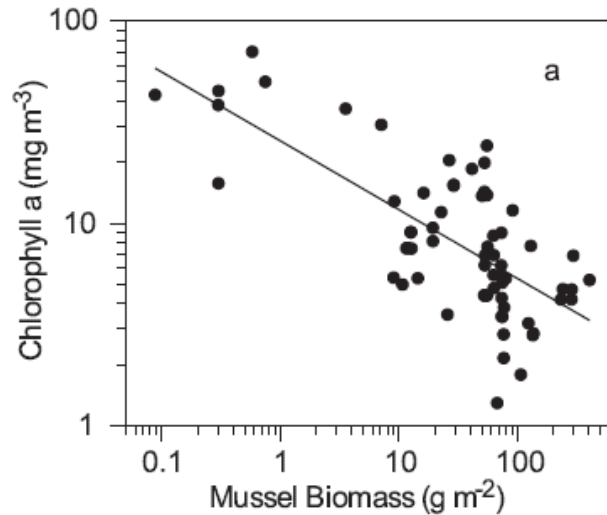
US Geological Survey, MS496, 345 Middlefield Rd., Menlo Park, California 94025, USA



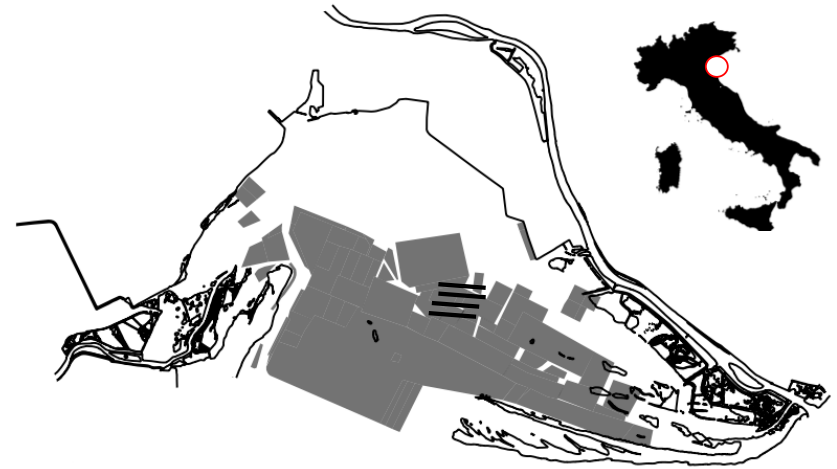
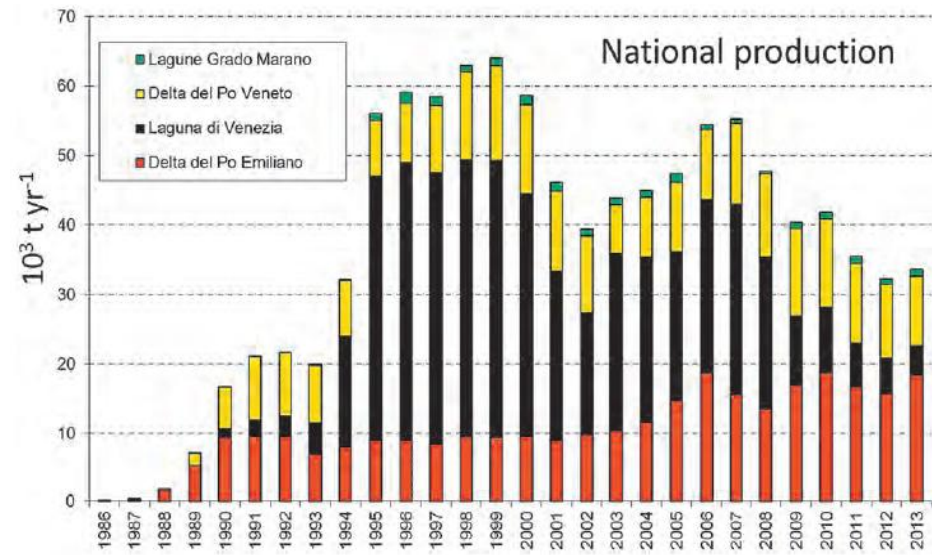
Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem

James E. Cloern*

US Geological Survey, MS496, 345 Middlefield Rd., Menlo Park, California 94025, USA



Sfruttamento della zona costiera per l'allevamento di bivalvi filtratori

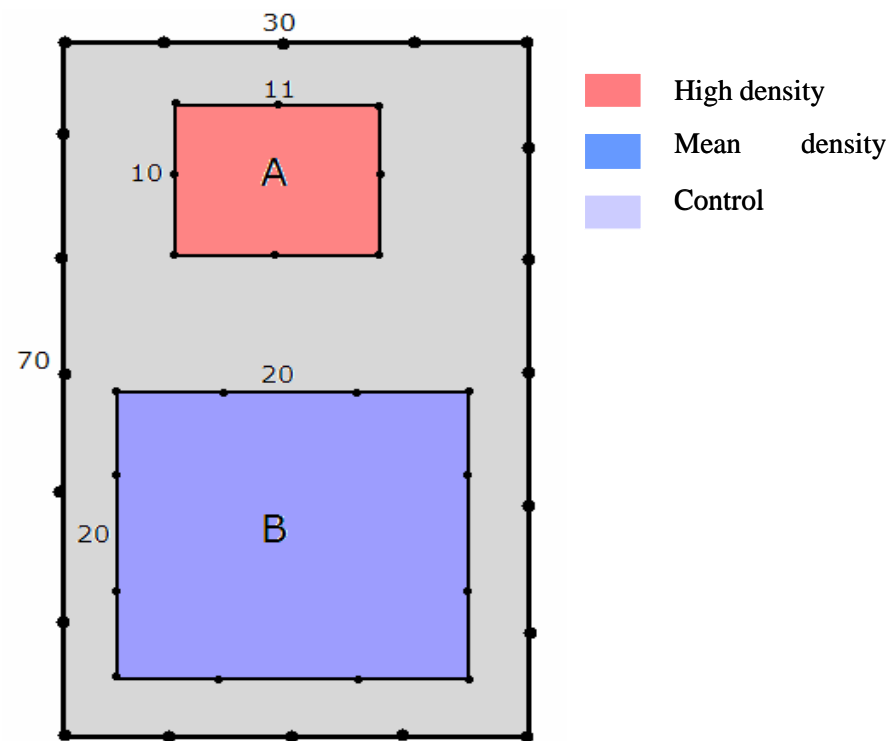


Nitrogen and phosphorous budgets during a farming cycle of the Manila clam *Ruditapes philippinarum*: An *in situ* experiment

Daniele Nizzoli *, Marco Bartoli, Pierluigi Viaroli

Department of Environmental Sciences, Parma University, Parco Area delle Scienze 33/A, 43100 Parma, Italy

Received 4 April 2006; received in revised form 27 June 2006; accepted 27 June 2006



$$A_{\text{tot}} = 2100 \text{ m}^2$$

$$C \sim 40 \text{ ind m}^{-2}$$

$$M \sim 300 \text{ ind m}^{-2}$$

$$H \sim 800 \text{ ind m}^{-2}$$

Marzo-Ottobre

Stima della quantità di azoto e fosforo riciclati a livello della laguna

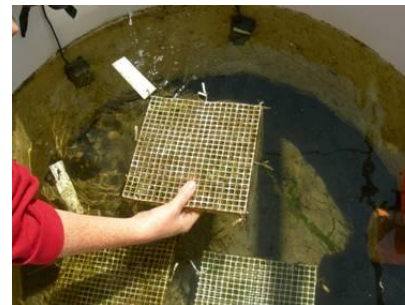
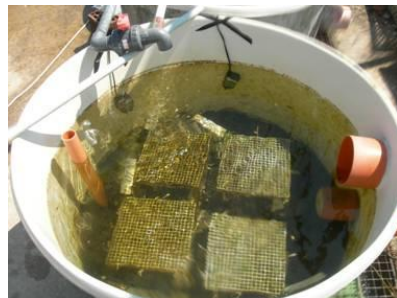
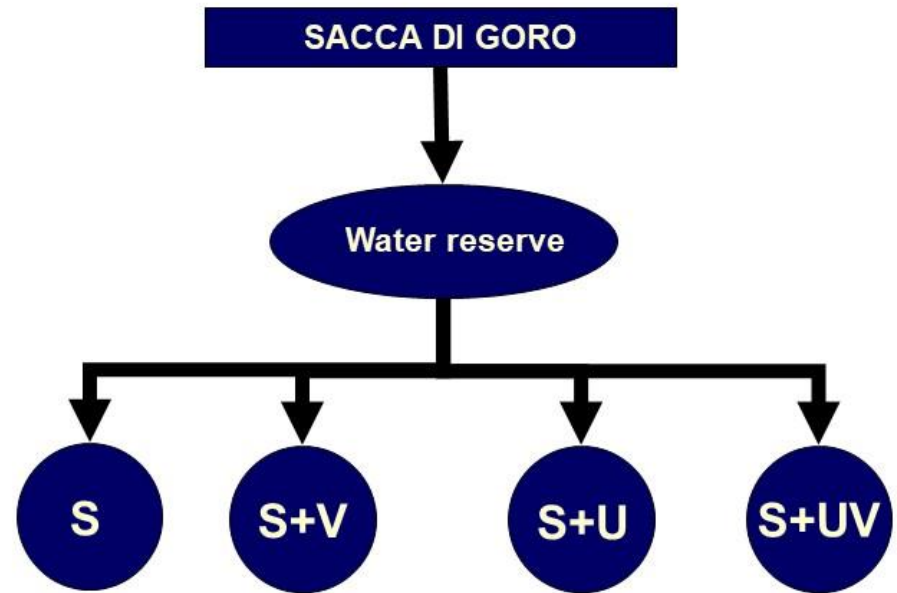
- taglia: 10 g_{ww} ind⁻¹ (shell length ~3 cm)
- durata del periodo di allevamento: 180 d (Apr-Oct)
- raccolto: 6000 tons

*TDN
**TDP

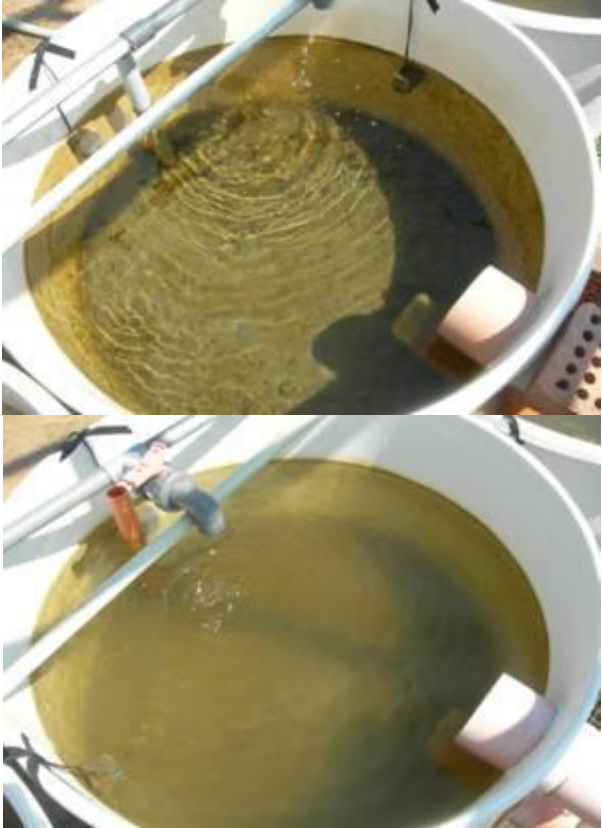
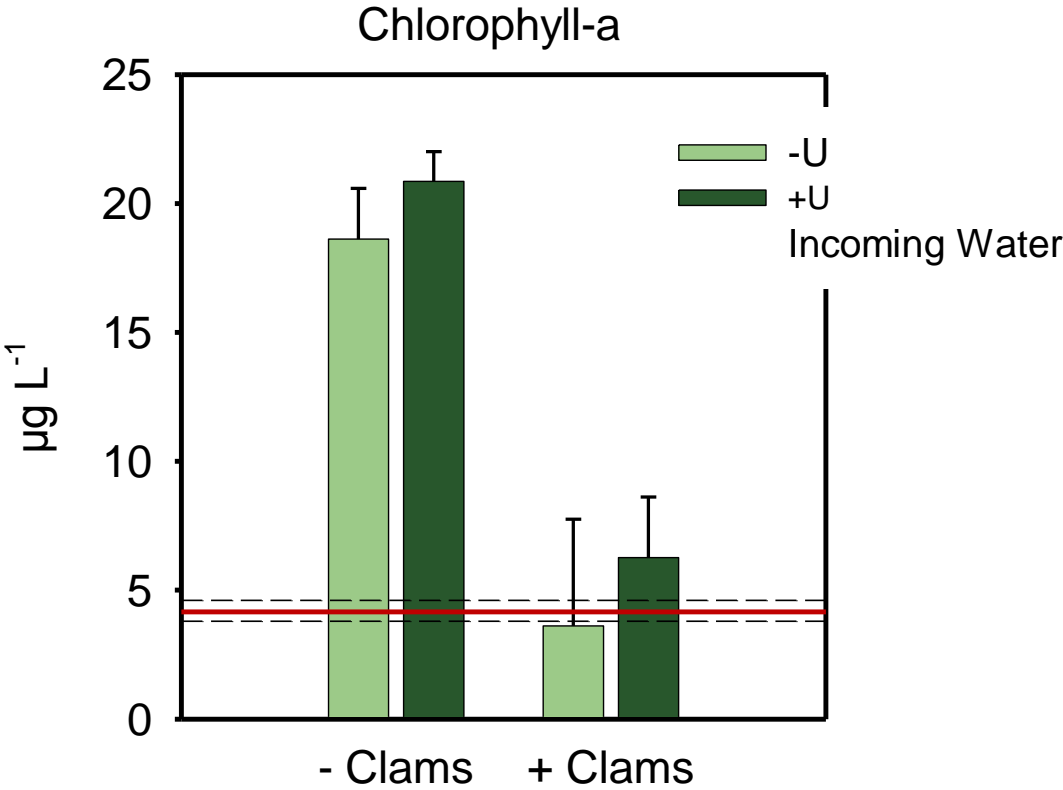
	Filtration (tons)	Recycling (tons)	Net Export (tons)	External Input (tons)
Nitrogen	137	91	16	515 (328*)
Phosphorous	19	12	0.9	40 (15**)

- Frazione intercettata* → 70-75% del carico esterno di N e P particellati
- Frazione rigenerata* → 30% TDN e 90% TDP del carico esterno
- Export* → 5% TDN e 6% TDP del carico esterno

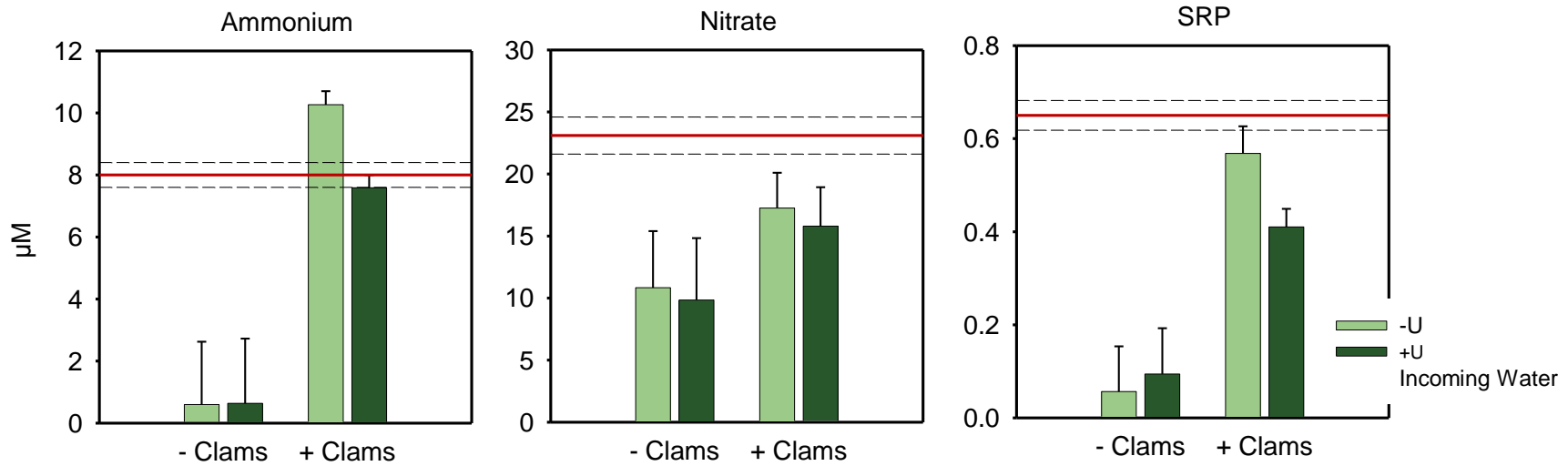
Dove vanno a finire l'azoto e il fosforo rigenerati?



Concentrazioni medie di fitoplancton



Concentrazioni medie di N e P disciolti

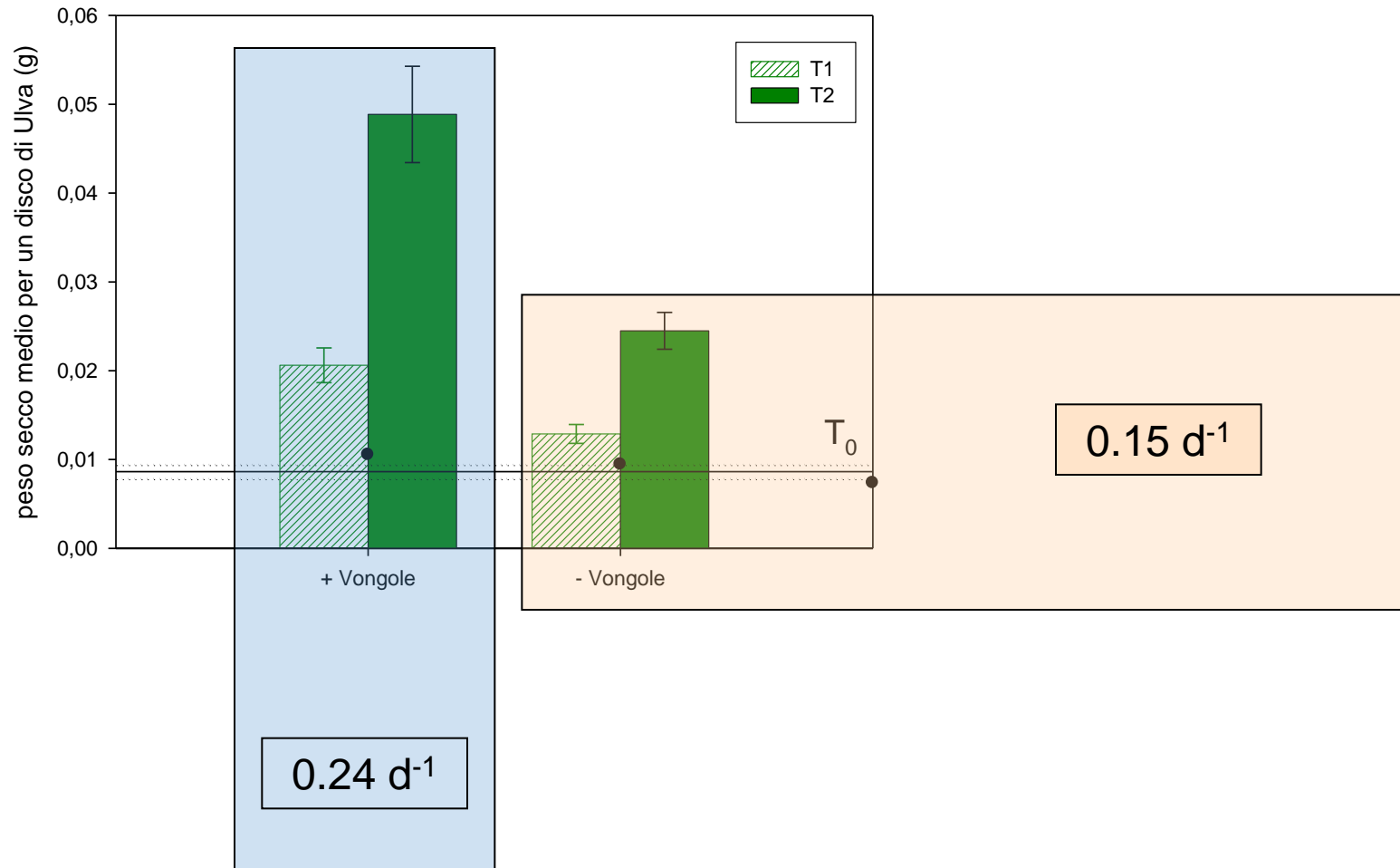


Opposite effects on dissolved nutrients concentration. No clear effect on nitrates.

Increased concentration of NH_4^+ and SRP.

In presence of clams *Ulva* reduce both NH_4^+ and SRP concentration.

Tassi di crescita di *Ulva*



+VONGOLE



-VONGOLE



Considerazioni di sintesi

- 1) Accoppiare le valutazioni delle pressioni (bilanci di massa) alla valutazione dei carichi nella progressione monte-valle nei principali sottobacini (specialmente nei sottobacini critici)
- 2) Introdurre l'impatto di altre variabili quali modificazione alvei fluviali, intermittenza idrologica, impermeabilizzazione suoli, sviluppo urbano
- 3) Valutare la capacità del suolo di trattenere il P (eredità del fosforo) e l'effetto di precipitazioni estreme nel regolarne il trasporto (quale il ruolo dei cambiamenti climatici e degli effetti indotti dalla variabilità idrologica)
- 4) Valutare l'effettiva biodegradabilità e biodisponibilità delle specie di P non reattive e il ruolo delle reti trofiche nel modularne la disponibilità
- 5) Recupero dei processi biogeochimici interni al bacino per favorire la riduzione del carico diffuso di N
- 6) Valutare il ruolo svolto dagli allevamenti estensivi di bivalvi filtratori su riciclo N, P e Si

