



Il “cortocircuito” del nitrato: il ruolo dell’irrigazione nel trasferimento dell’azoto

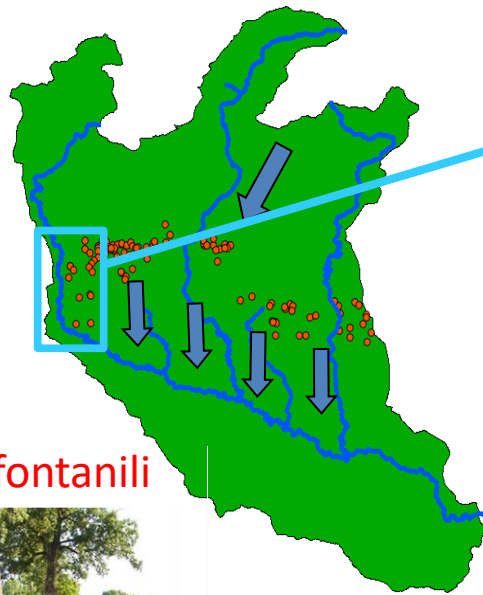
Racchetti E.¹, Ronca C.¹, Bazzarini S.¹, Longhi D.¹, Benelli S.¹, Viaroli P.¹, Bartoli M.^{1,2}

erica.racchetti@unipr.it

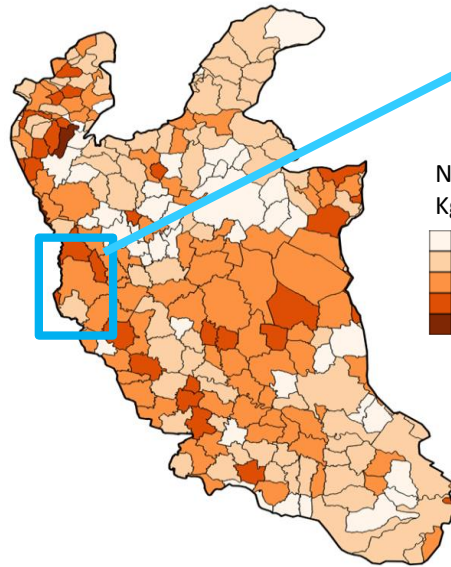
¹ Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università di Parma, Italia

² Coastal research and Marine Planning Institute, Klaipeda University, Lithuania

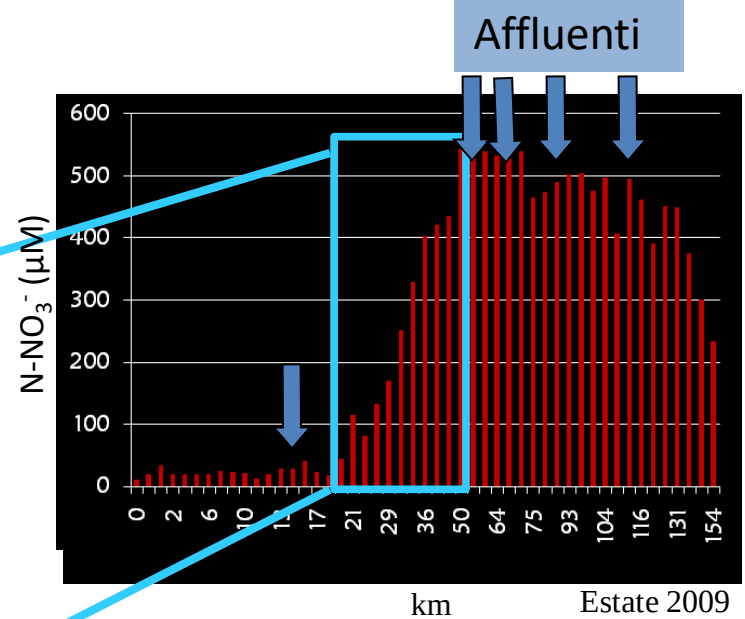
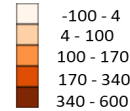
Introduzione: il bacino del fiume Oglio



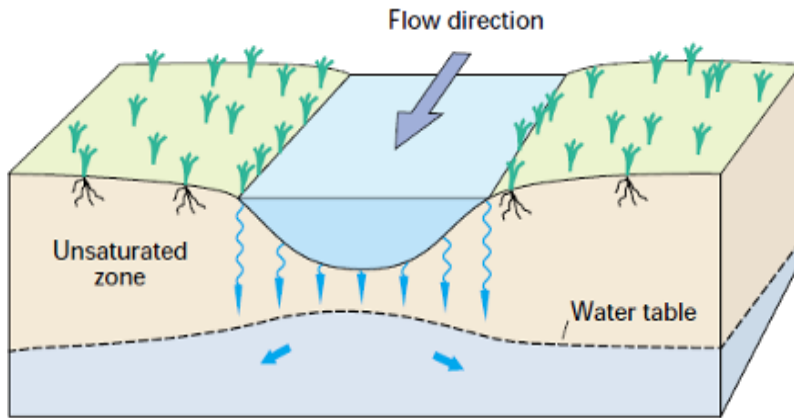
● fontanili



N surplus
Kg N ha⁻¹ yr⁻¹

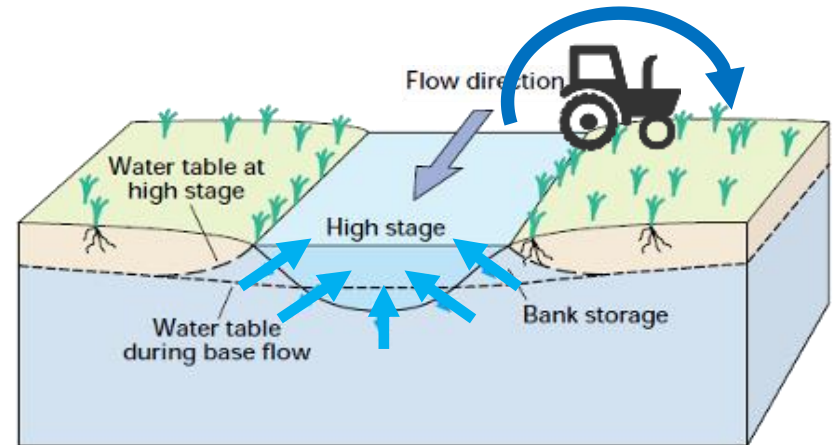


Sistema pristino



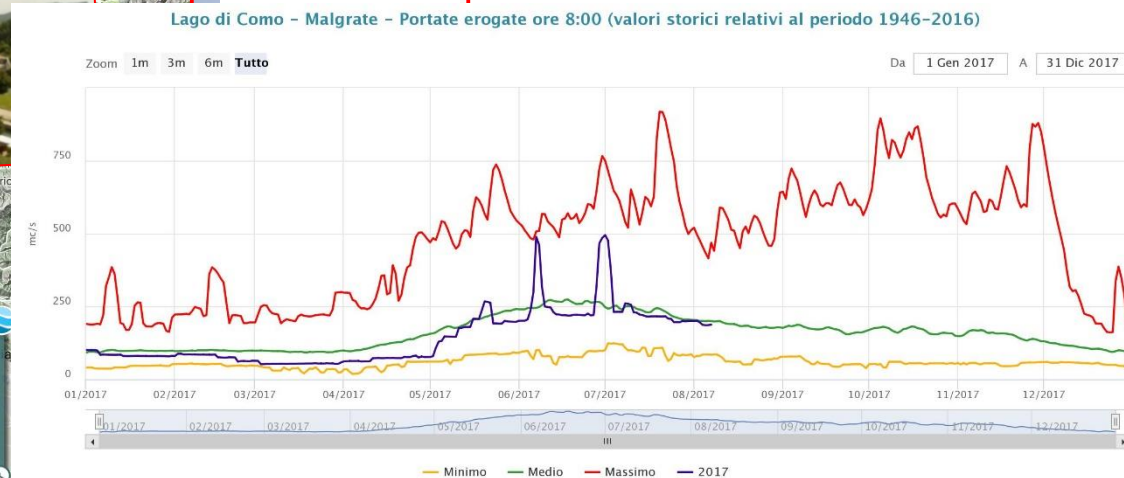
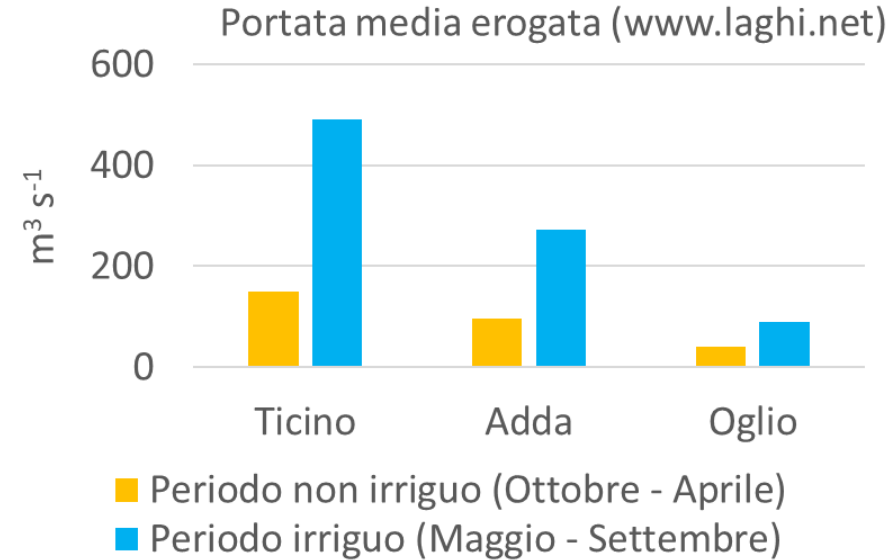
PERIODO NON IRRIGUO

PERIODO IRRIGUO



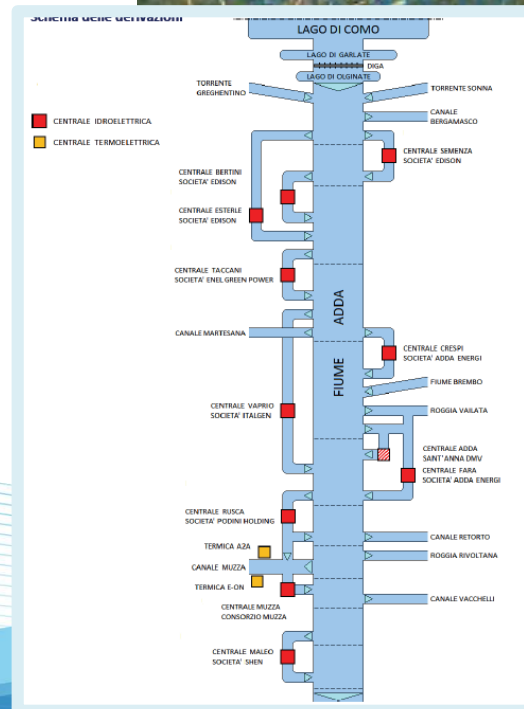
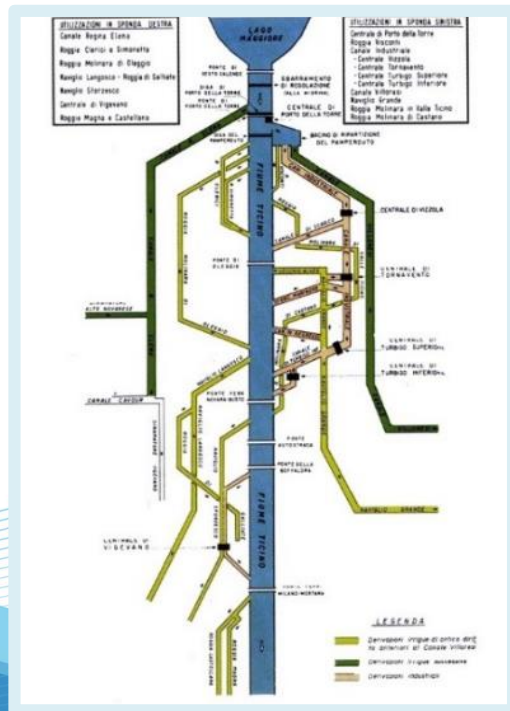
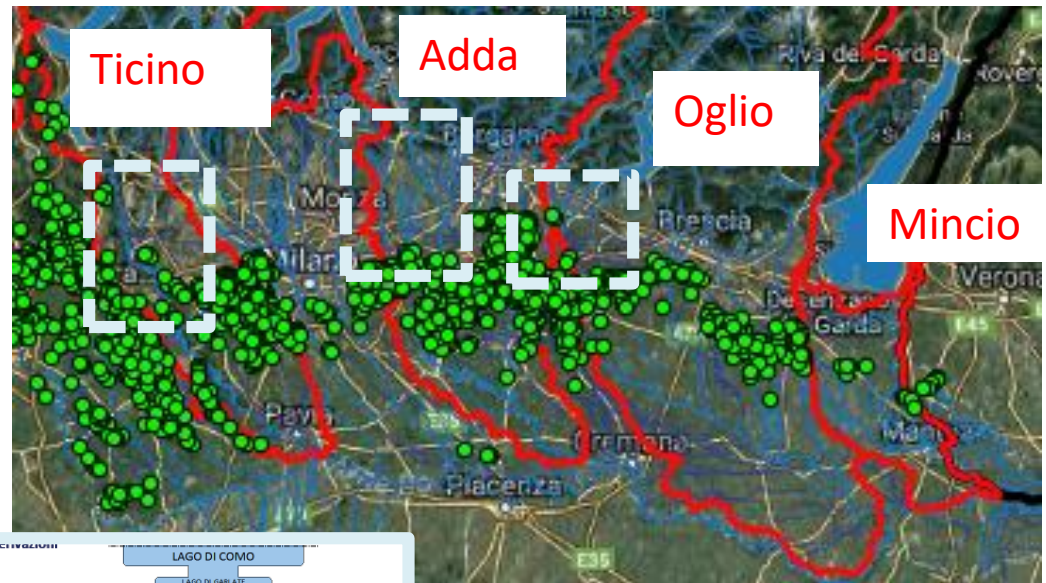
Gestione dei laghi alpini

I fiumi sono alimentati da grandi laghi.
La regola di gestione dei bacini lacustri tende a massimizzare l'accumulo invernale per avere maggiore disponibilità di acqua nel periodo irriguo.



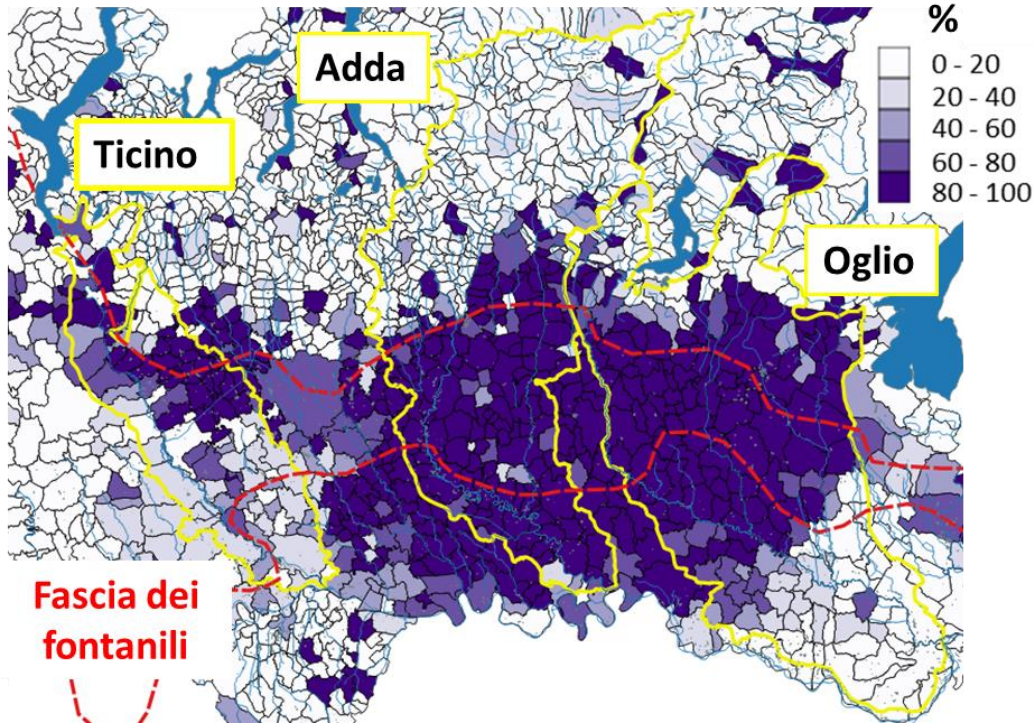
Irrigazione: derivazioni irrigue

Ingenti prelievi di acqua dal fiume per scopi irrigui nel tratto di alta pianura da Maggio a Settembre (periodo irriguo)



Tipologia di irrigazione

Aree coltivate irrigate a scorrimento



Fonte: 6° Censimento dell'Agricoltura 2010- ISTAT



Acqua di irrigazione – Tipologia di irrigazione (m ³)	Ticino	Adda	Oglio
Scorrimento	19%	86%	66%
Aspersione	<1%	8.5%	31%
Sommersione	80%	5%	<1%

Ipotesi

B: irrigazione
a scorrimento

Il trasferimento del
 NO_3^- è facilitato

A:
N organico

fiume

A

C

NO_3^-

B

B e D

C:

Suolo

permeabile

NO_3^-

D. Livello della falda sub-
superficiale

- L'azoto in eccesso da concime organico e fertilizzanti, combinato con l'irrigazione a scorrimento su suoli permeabili potrebbe determinare:
- 1) Il trasferimento verticale di N verso le acque di falda,
 - 2) L'innalzamento della falda durante il periodo irriguo e,
 - 3) La sostituzione di acqua fluviale con basse concentrazioni di nitrato con acqua di falda ricca di nitrato.

Area di studio: tratti fluviali attraversati dalla fascia dei fontanili



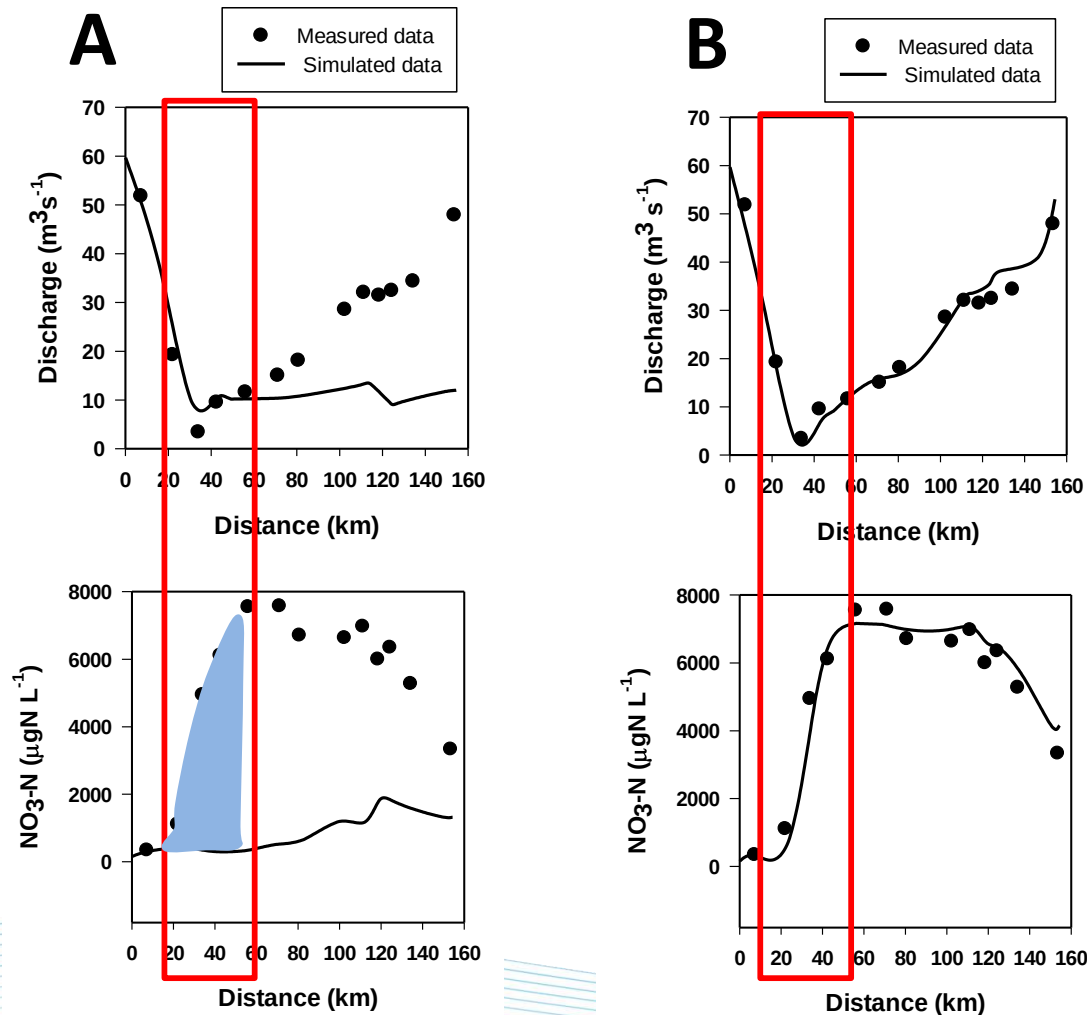
Probabile interazione fiume-falda. Da Ovest verso est:

Diminuzione dello larghezza della fascia dei fontanili

Diminuzione delle portate fluviali in gioco

Aumento dell'eccedenza di azoto nelle aree coltivate

Approccio modellistico: il modello di qualità delle acque Qual2kw

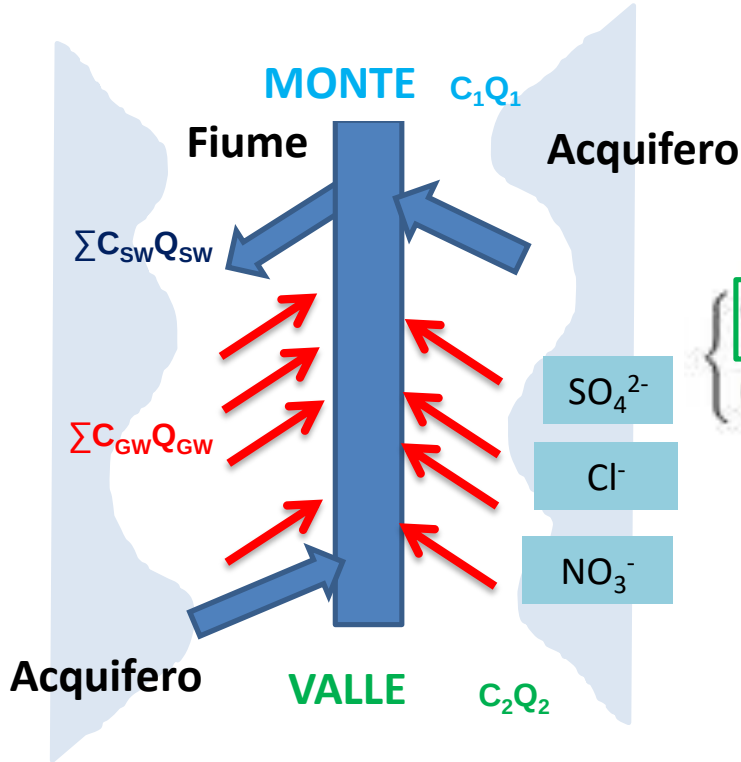


Tratto in cui il
fiume è
attraversato
dalla fascia dei
fontanili

Taherisoudejani, H.
et al., 2018

Simulazione **senza** interazione fiume-falda (A) e simulazione **con** interazione fiume-falda (B)

Approccio sperimentale: Bilancio di massa in un tratto fluviale



$$\begin{cases} c_2 Q_2 = c_1 Q_1 + \sum c_{sw} Q_{sw} + \sum c_{GW} Q_{GW} \\ Q_2 = Q_1 + \sum Q_{sw} + \sum Q_{GW} \end{cases}$$

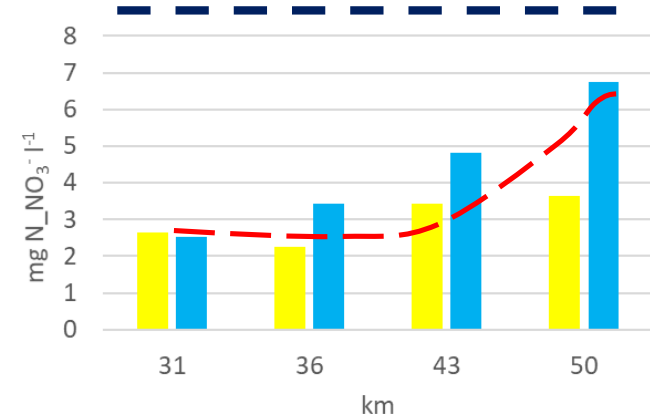
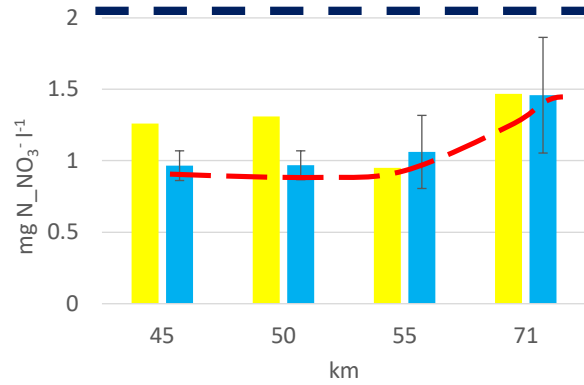
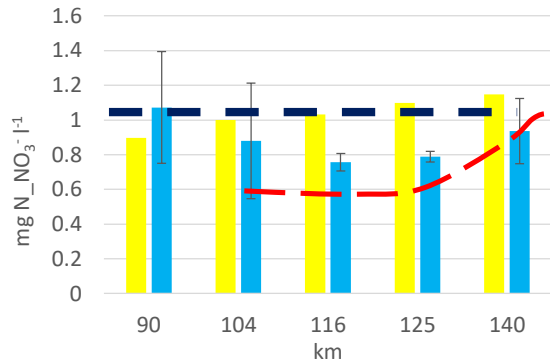
(Jenkins et al., 1994)

Assunzioni: le acque dei fontanili hanno il chimismo delle acque di falda. Le portate in transito nella stazione di monte sono costanti durante i campionamenti.

- Prelievi di acqua e misure di portata **prima e durante il periodo irriguo. Prelievi ripetuti tre volte** durante la giornata.
- Stazioni fluviali, ingressi, derivazioni, fontanili (di destra e sinistra idrografica).
- Misure di portata: collaborazione con ARPALombardia e Consorzi dell'Adda, del Ticino e dell'Oglio.
- Temperature ($^{\circ}\text{C}$), pH, ossigeno disciolto (% e mg l^{-1}), Conducibilità elettrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$), NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , DIC (carbonio inorganico disciolto), parametri conservativi come Cl^- e SO_4^{2-} (spettrofotometri, titolazione, cromatografia ionica).

Risultati

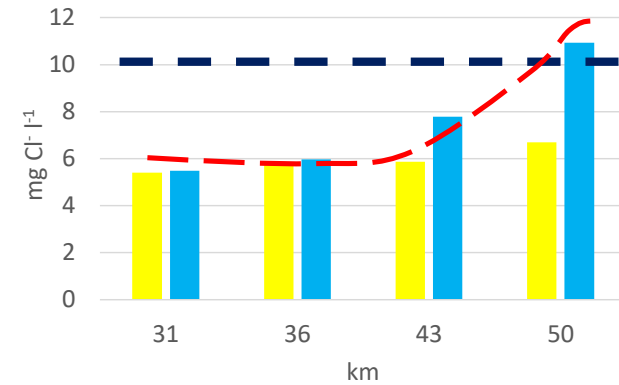
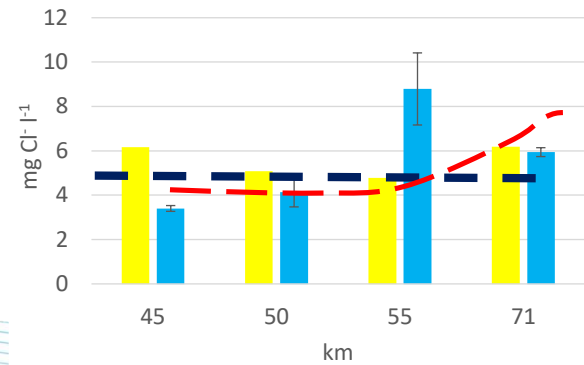
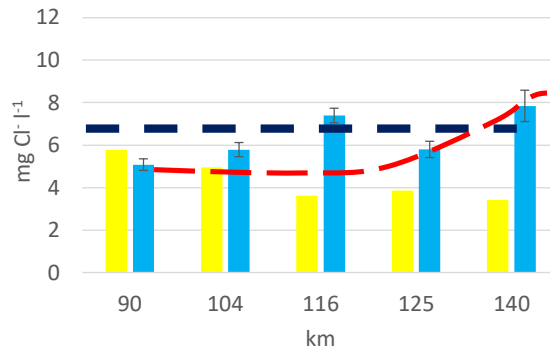
■ PERIODO NON IRRIGUO
■ PERIODO IRRIGUO



TICINO

ADDA

OGLIO



--- Concentrazione media nelle acque dei fontanili

Apporti idrici da falda

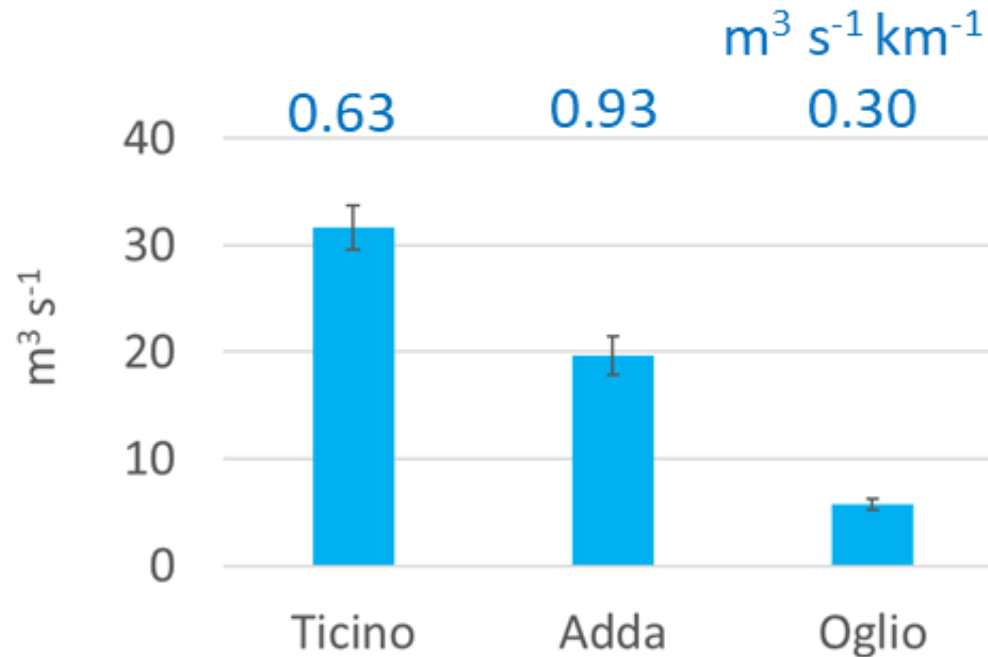
PERIODO IRRIGUO

Studi precedenti
condotti dai Consorzi:

0.61

0.63-1.20

0.33 m³ s⁻¹ km⁻¹



Portata fluviale m³ s⁻¹

Stazione di monte

Stazione di valle

68

103

31%

36.75

35.95

54%

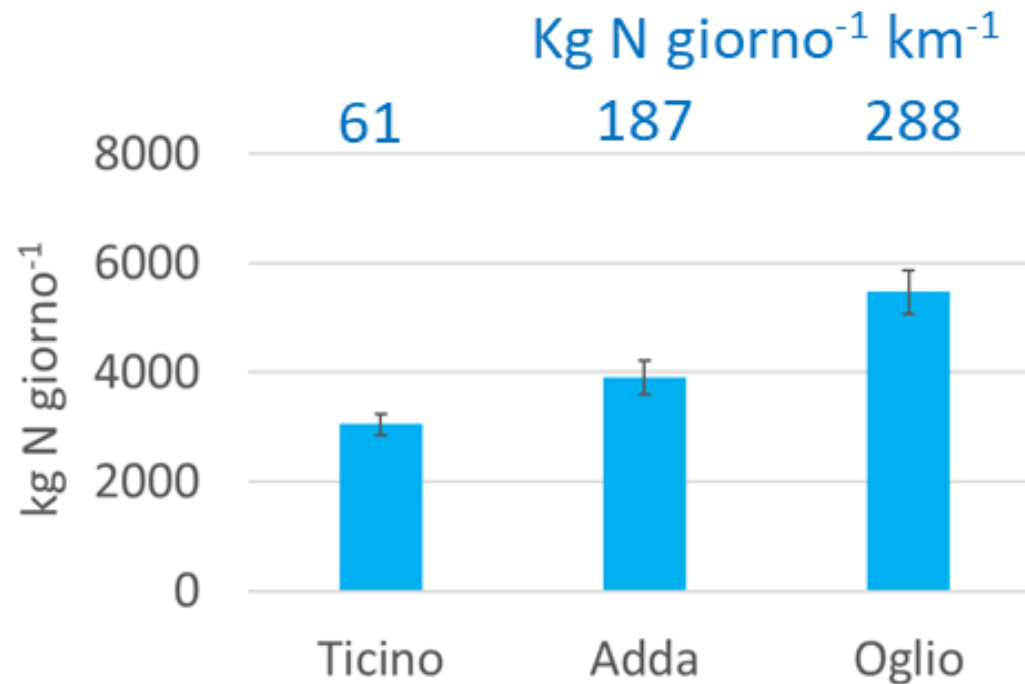
6.8

6.2

93%

Apporti di falda rispetto
alla portata valle

Apporti di azoto da falda

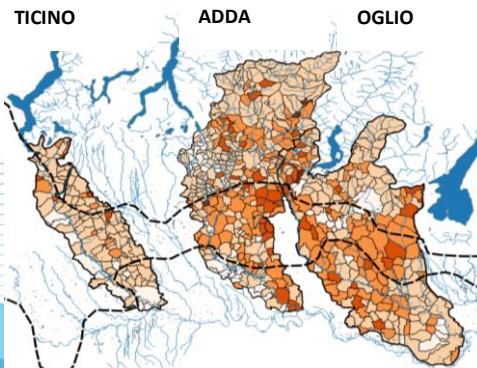
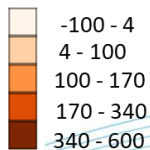


470

600

840 t N stagione irrigua⁻¹

Eccedenza di azoto
kg N ha⁻¹ anno⁻¹

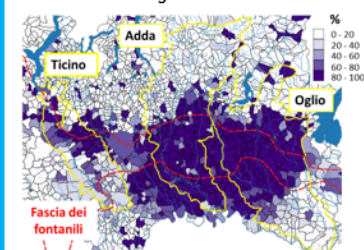


Linee guida – Scheda 4

IL RUOLO DELL'IRRIGAZIONE NELLA DINAMICA DELL'AZOTO

Risultati

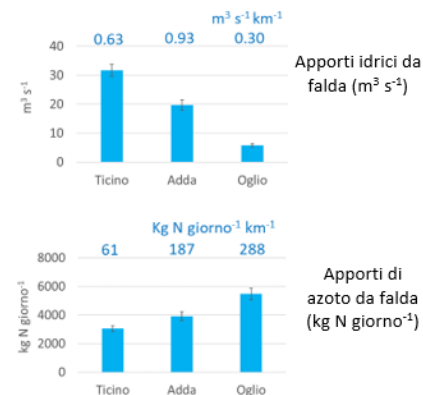
Aree coltivate irrigate a scorrimento



Portata media erogata (www.laghi.net)



Interazione fiume-falda nel periodo irriguo dove il fiume attraversa la fascia dei fontanili



Sintesi

- I tre fiumi considerati nello studio sono alimentati da grandi laghi. La regola di gestione dei bacini lacustri tende a massimizzare l'accumulo invernale per avere maggiore disponibilità di acqua nel periodo irriguo.
- A valle delle grandi derivazioni irrigue, dove i fiumi attraversano la fascia dei fontanili, l'acqua prelevata è in parte sostituita da acque di falda ricche di nitrati.
- L'apporto idrico dalla falda al fiume è massimo nel Ticino e minimo nell'Oglio.
- Gli apporti di azoto dalla falda hanno un andamento opposto, sono minimi nel Ticino e massimi nell'Oglio, e aumentano al crescere delle eccedenze di azoto nel suolo (scheda 2).
- L'irrigazione a scorrimento sembra favorire il trasporto dei nitrati dal suolo alla falda.
- Si ipotizza la presenza di un corto circuito dipendente dall'irrigazione: l'irrigazione favorisce il trasporto dell'azoto dal suolo alla falda, nel contempo ricarica la falda e innesca meccanismi di interazione fiume-falda che trasferiscono nitrato al fiume.

Raccomandazioni

- E' necessario ridurre i carichi di azoto veicolati in falda: ottimizzazione delle pratiche agronomiche.
- E' necessario aumentare i processi di denitrificazione in falda o in superficie: gestione dei canali con acqua in inverno, dove non esiste rischio idraulico, e aumento aree umide perfluviali.
- E' necessario mantenere alti i livelli piezometrici invernali per garantire saturazione idrica e denitrificazione in falda e mantenere attivi i fontanili.
- E' importante pianificare e progettare le modalità di irrigazione in base alla vulnerabilità intrinseca dei suoli permeabili e alla disponibilità idrica attesa in conseguenza dei cambiamenti climatici.
- E' importante sperimentare l'uso di tecnologia a basso costo a supporto dell'irrigazione di precisione (sensori di umidità e temperatura, monitoraggio da satellite o drone).
- E' importante sostenere un piano di monitoraggio di lungo termine del bilancio idrico e della qualità delle acque, per garantire la sostenibilità dell'uso delle risorse idriche e la qualità delle produzioni agricole.



Progetto finanziato da



Raccomandazioni

- E' necessario ridurre i carichi di azoto veicolati in falda: ottimizzazione delle pratiche agronomiche.
 - E' necessario aumentare i processi di denitrificazione in falda o in superficie: gestione dei canali con acqua in inverno, dove non esiste rischio idraulico, e aumento aree umide perfluviali.
 - E' necessario mantenere alti i livelli piezometrici invernali per garantire saturazione idrica e denitrificazione in falda e mantenere attivi i fontanili.
 - È importante pianificare e progettare le modalità di irrigazione in base alla vulnerabilità intrinseca dei suoli permeabili e alla disponibilità idrica attesa in conseguenza dei cambiamenti climatici.
 - E' importante sperimentare l'uso di tecnologia a basso costo a supporto dell'irrigazione di precisione (sensori di umidità e temperatura, monitoraggio da satellite o drone).
 - E' importante sostenere un piano di monitoraggio di lungo termine del bilancio idrico e della qualità delle acque, per garantire la sostenibilità dell'uso delle risorse idriche e la qualità delle produzioni agricole.
- 