

Verso la Conferenza sulla diversità biologica di Cancùn: il contributo dell'Italia e le buone pratiche attuate in Emilia-Romagna
Bologna, 11 ottobre 2016

Ecosistemi acquatici e biodiversità nel bacino padano: criticità, possibili scenari e proposte di lavoro

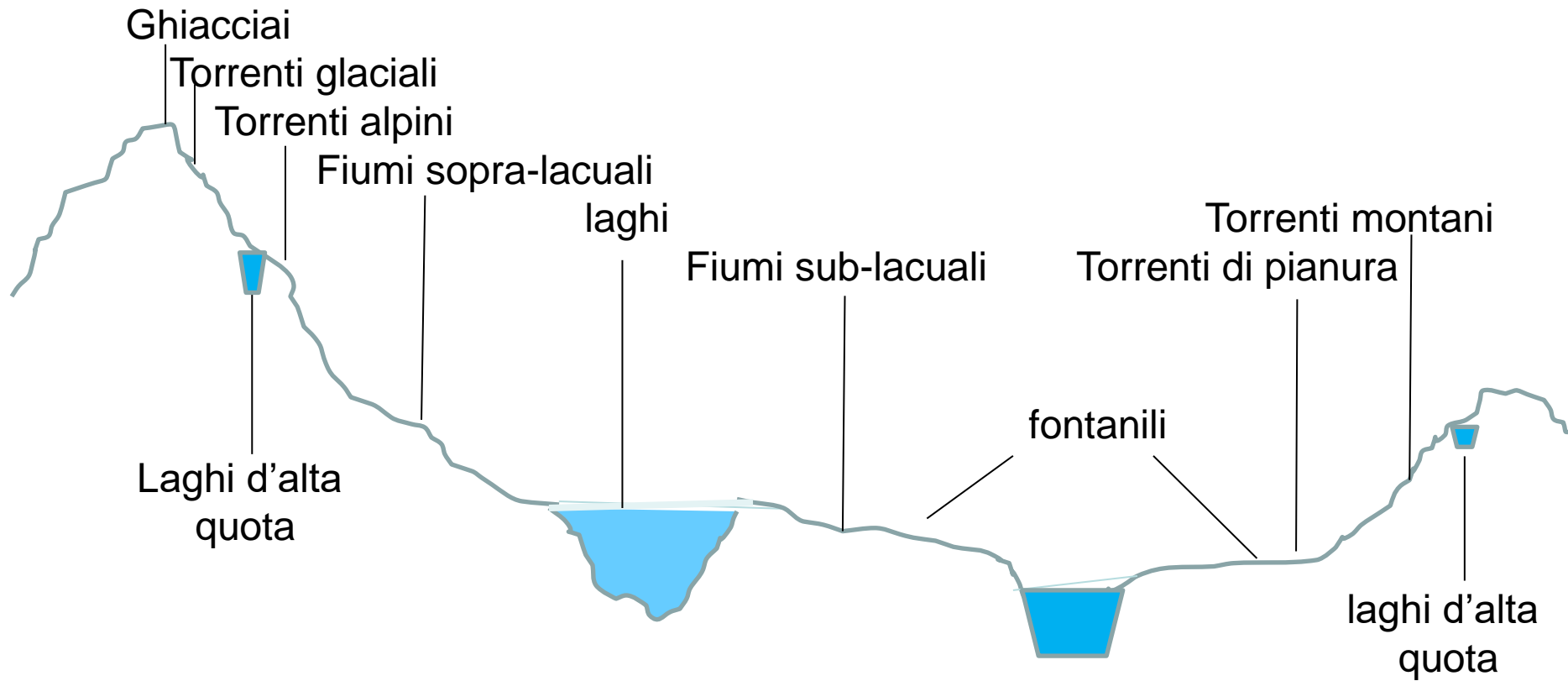
Pierluigi Viaroli, Rossano Bolpagni, Francesco Nonnis Marzano
Dipartimento di Bioscienze – Università degli Studi di Parma

Foto : Autorità di bacino del fiume Po



Bacino del fiume Po

- regioni biogeografiche continentale e alpina
- elementi orografici di discontinuità
- Influenza mediterranea
- **presenza significativa di ecosistemi acquatici diversificati**



SETTORE ALPINO

Dipendenza dai
ghiacciai

SETTORE APPENNINICO

Dipendenza dalle
deposizioni umide

In Emilia-Romagna e, più in generale nel bacino del Po, specie e habitat in stato critico e di valore elevato sono prevalentemente legati agli ambienti acquatici

- Ambiti ripariali in ecosistemi di acque interne
- Stagni temporanei, fanghi e barre periodicamente emergenti
- Piccole acque lentiche (fontanili, GDE)
- Ecosistemi lagunari nel delta del Po
- Ambienti di torbiera
- Laghi d'alta quota

Possibili minacce per

- Torrenti glaciali e alpini
- Laghi poco profondi di pianura
- Grandi laghi profondi
- Torrenti appenninici

Nel contesto della regione padana, l'Emilia Romagna è una regione di elevato valore in termini di flora e habitat di interesse conservazionistico

- 41% delle diversità floristica nazionale
- 55% delle diversità di habitat di interesse comunitario

14% della flora inserito nella checklist delle specie target

- 38.8% in stato di minaccia (5.4 %)
- 36 specie estinte, da tempo non ritrovate o dubbie

77.8% degli habitat in uno stato di conservazione non favorevole

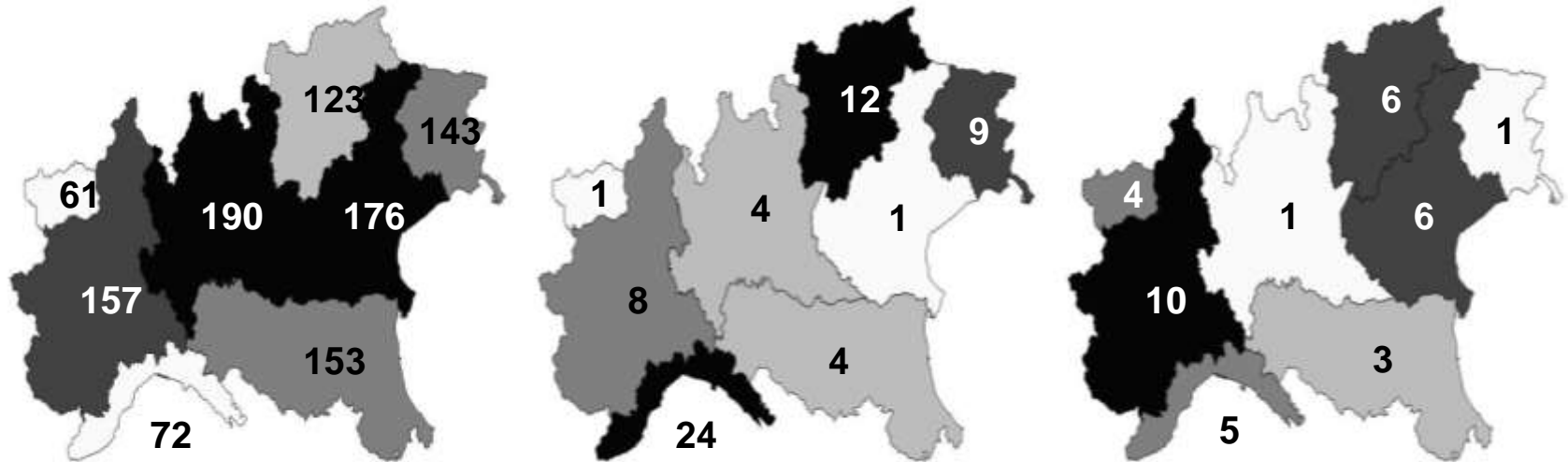
Pressioni significative e problemi di conservazione negli ecosistemi acquatici, con conoscenze scarse o incerte delle tendenze evolutive

esempio 1 - idrofite


Diversità idrofite totale
215 specie/269 tot (80%)

Specie perse '0'

Specie dubbie '?'



Hypericum elodes
Marsilea strigosa
Potamogeton sp. pl.



esempio 2 – fauna ittica

nel fiume Po

**41 specie nella categoria CR
2 specie estinte**

DD – *Carenza di dati* 6

LC – *A minor preoccupazione* 9

NT – *Quasi minacciata* 3

VU – *Vulnerabile* 10

EN – *In pericolo* 7

CR – *A rischio critico* 11

RE – *Estinta nella regione* 2

**IUCN – *Red List Italia 2013*
*48 specie autoctone***



Storione ladano (*Huso huso*) - estinto



**Storione comune (*Acipenser sturio*)
estinto**



**Storione cobice (*Acipenser naccarii*)
a rischio critico**



**Barbo comune (*barbus plebejus*)
a rischio critico**



38 SPECIE ALLOCTONE (*Nocita e Zerunian, 2007*)

57 SPECIE ALLOCTONE (*AIAD, 2016*)

63 SPECIE ALLOCTONE (*Nonnis
Marzano, 2016*)

13 Nord AMERICA

12 ASIA

26 EUROPA *non Mediterranea*

9 Centro - Sud AMERICA

3 AFRICA

Risultati delle ricerche svolte nell'ambito del PSR, Misura 323, sottomisura 1 della Regione Emilia-Romagna

AAVV, 2014. Rapporto sullo stato della Biodiversità in Emilia-Romagna. Servizio Parchi e Riserve, Regione Emilia Romagna.

Bolpagni R., Azzoni R., Spotorno C., Tomaselli M., Viaroli P., 2010. Definizione della check-list regionale e delle liste derivate di specie idro-igrofila e habitat acquatici di interesse comunitario e conservazionistico. Protocolli di monitoraggio, linee generali di gestione e azioni specifiche di conservazione. Relazione di Sintesi. Università di Parma.

Nonnis Marzano F., Piccinini A., Palanti E., 2010. Stato dell'ittiofauna delle acque interne della regione Emilia Romagna e strategie di gestione e di conservazione. Relazione Finale. Università di Parma.

Quadro delle pressioni

- Alterazioni idromorfologiche del reticolo idrografico anche in contesti montani
- Uso e consumo del suolo
- Uso eccessivo della risorsa idrica rispetto alla disponibilità anche in contesti montani
- Inquinamento delle acque superficiali
- Modificazione degli ambienti di transizione
- Ingresso/immissione volontaria di specie aliene
- Cambiamenti globali

Il bacino del Po in cifre (dati pre-crisi)

Popolazione umana = 17.000.000

Popolazione animale equivalente = 46.700.000

Popolazione industriale equivalente = 56.300.000

Popolazione animale

Suini = 6.000.000 = 11.700.000 Abitanti Equivalenti

Bovini = 3.100.000 = 25.300.000 Abitanti Equivalenti

Avicoli = 48.500.000 = 9.700.000 Abitanti Equivalenti

Superficie totale ~74.000 km²

Superficie agricola utile ~ 31.000 km²

44 % della produzione industriale nazionale

35 % della produzione agricola nazionale

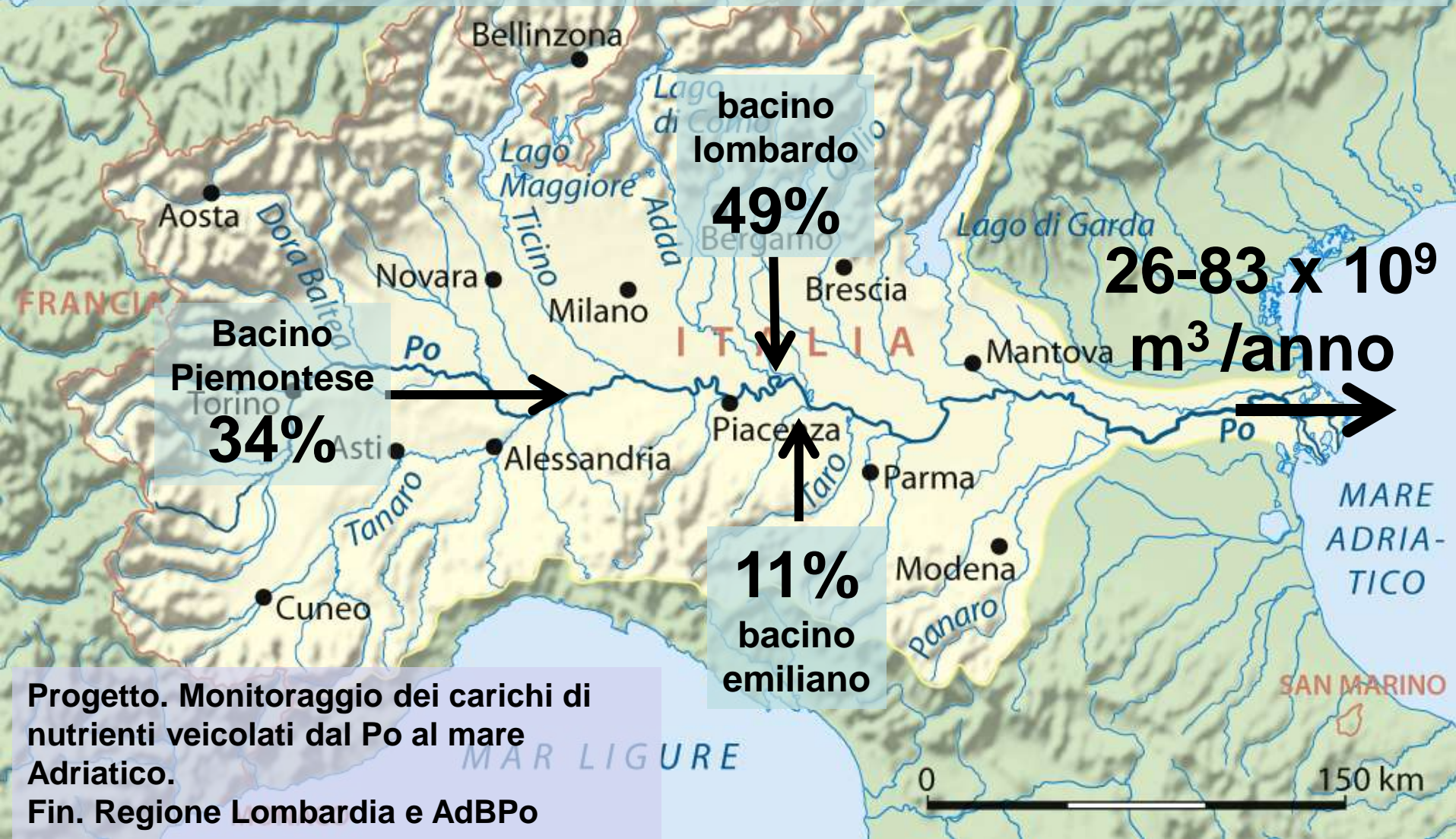
55 % della produzione zootecnica nazionale

Autorità di Bacino del fiume Po, 2006. Caratteristiche del bacino del fiume Po e primo esame dell'impatto ambientale delle attività umane sulle risorse idriche. 643 p.

Grandi laghi: Maggiore, Como, Iseo, Idro, Garda

Volume totale = $116 \times 10^9 \text{ m}^3$

Volume regolato = $1.22 \times 10^9 \text{ km}^3$

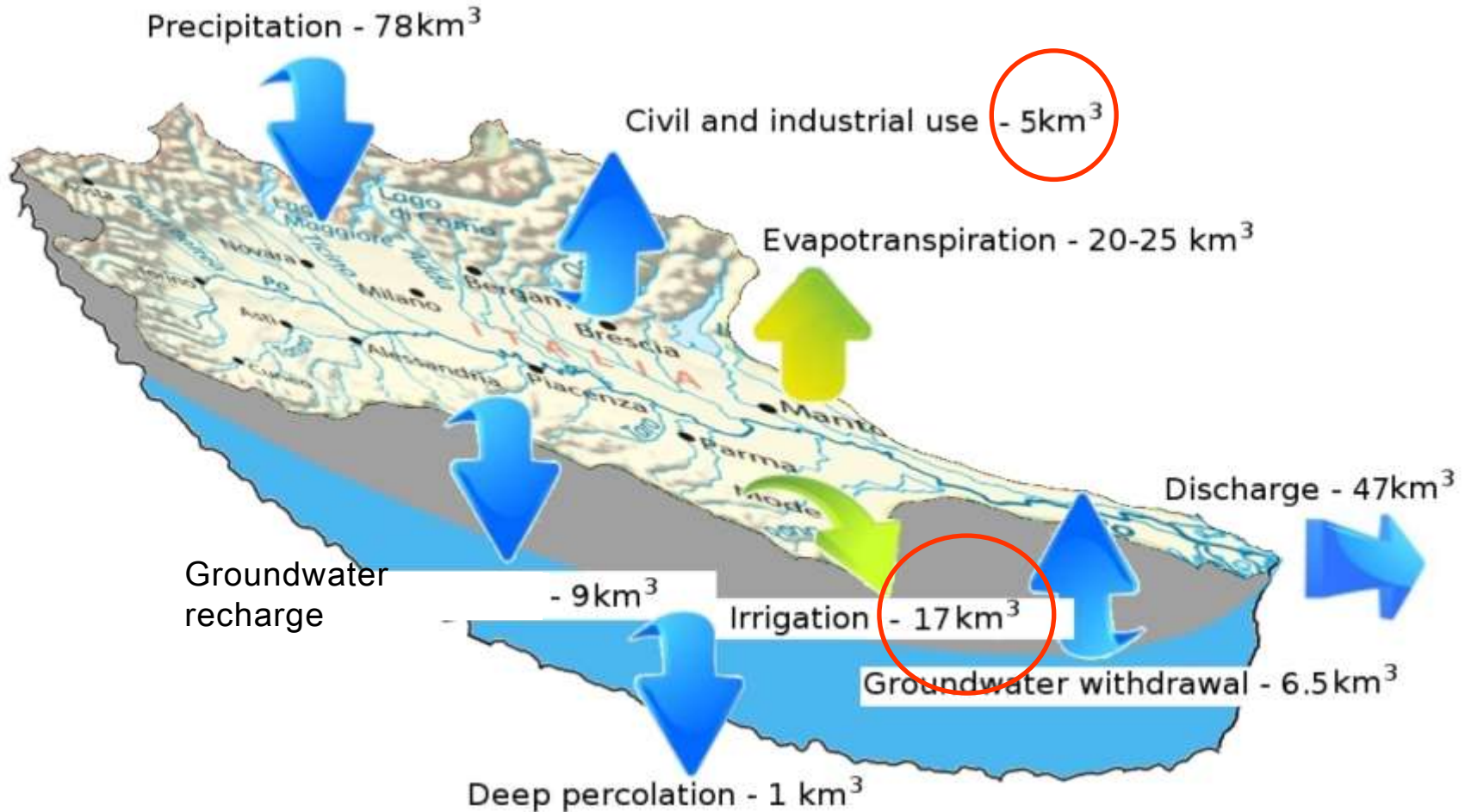


Progetto. Monitoraggio dei carichi di nutrienti veicolati dal Po al mare Adriatico.

Fin. Regione Lombardia e AdBPO

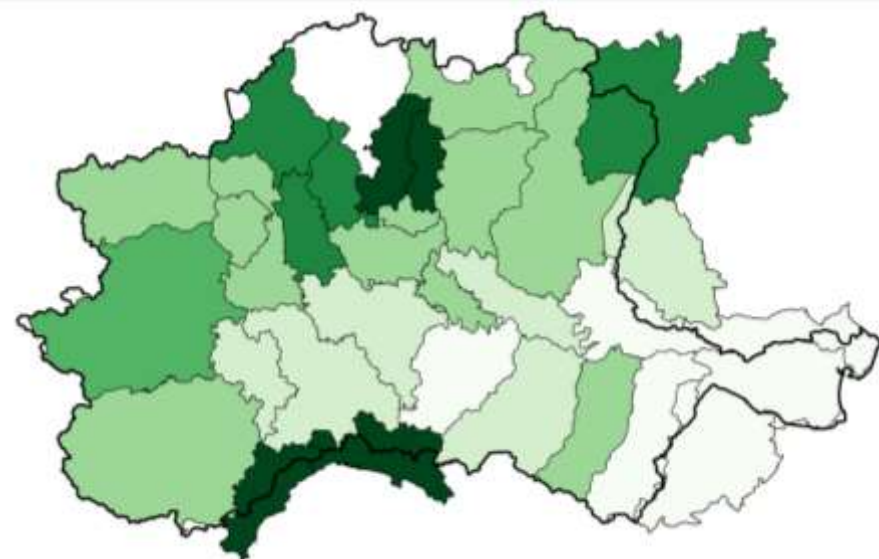
ACQUA = SVILUPPO ECONOMICO

Flussi idrici medi nel bacino del fiume Po

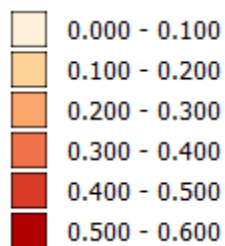
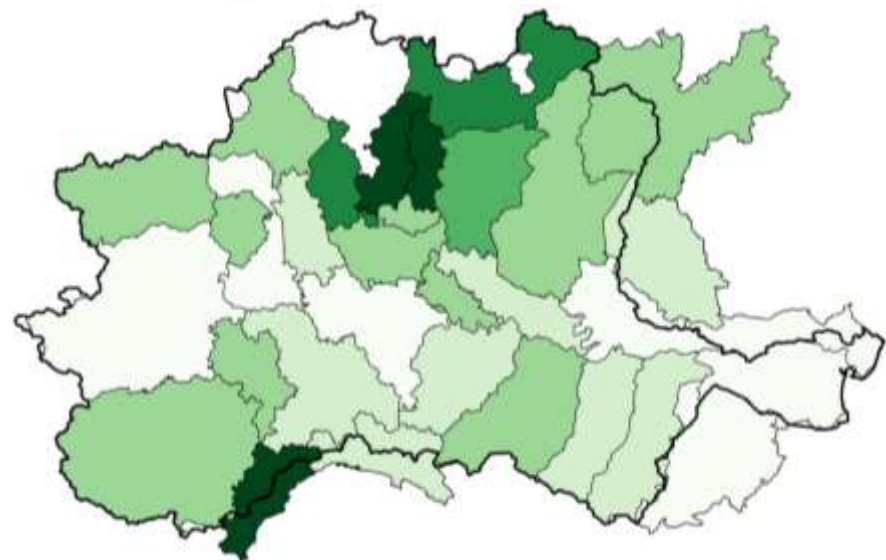


Montanari A., 2012. Hydrology of the Po River: looking for changing patterns in river discharge Hydrol. Earth Syst. Sci., 16, 3739-3747

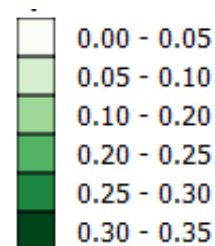
1960



2010

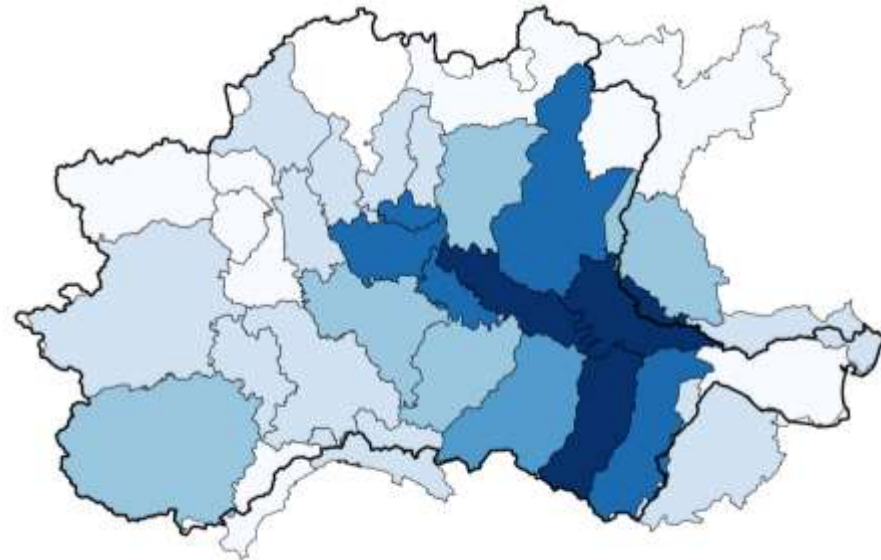
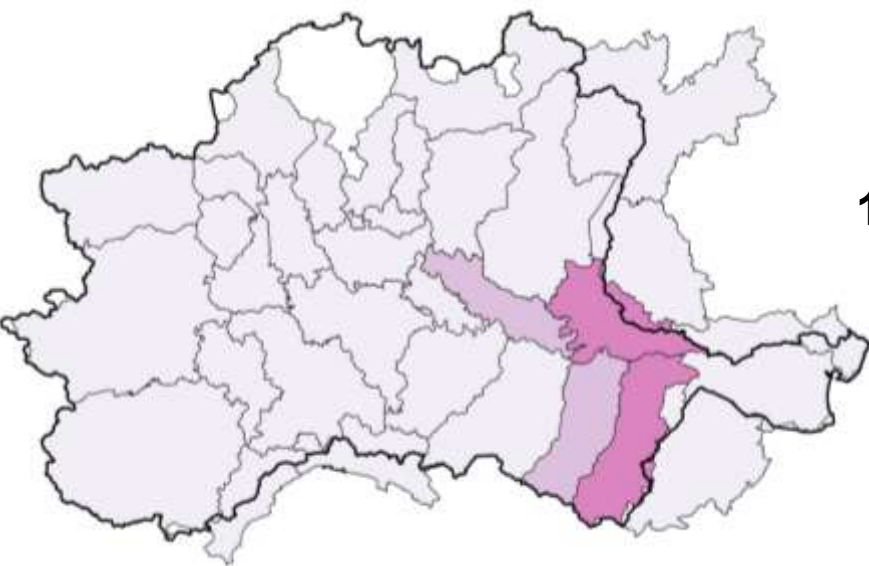


**Frazione della SAU
destinata a mais
(granella+foraggio)**

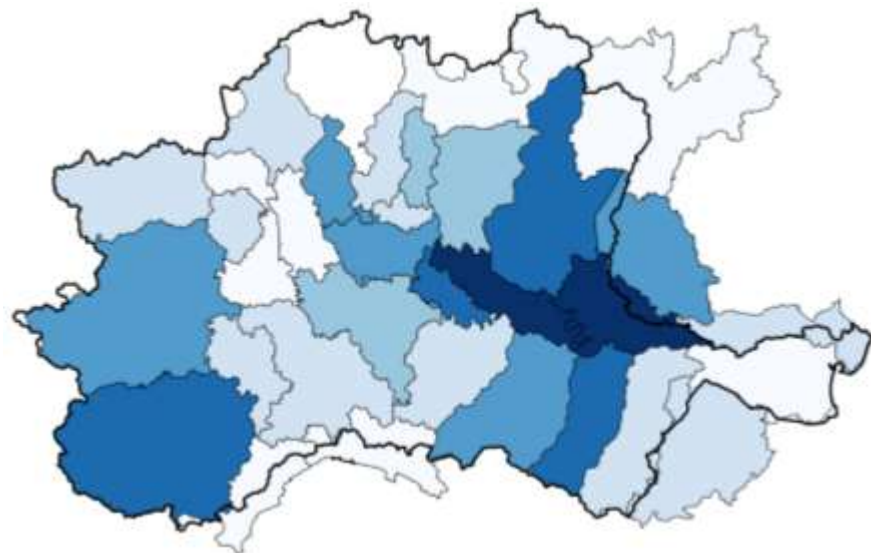
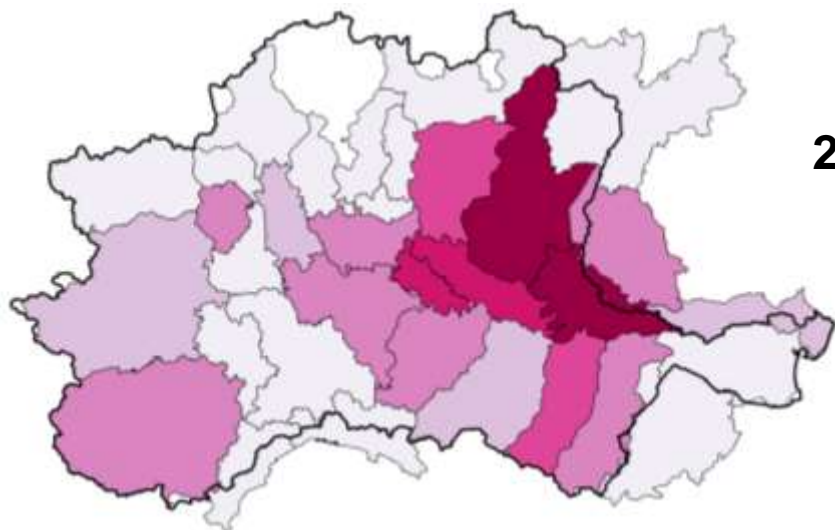


**Frazione della SAU
destinata a prati
permanenti**

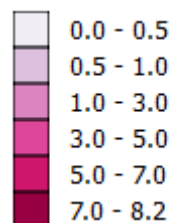
1960



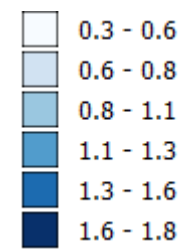
2010



**Densità di suini
(n°capi/ha SAU)**

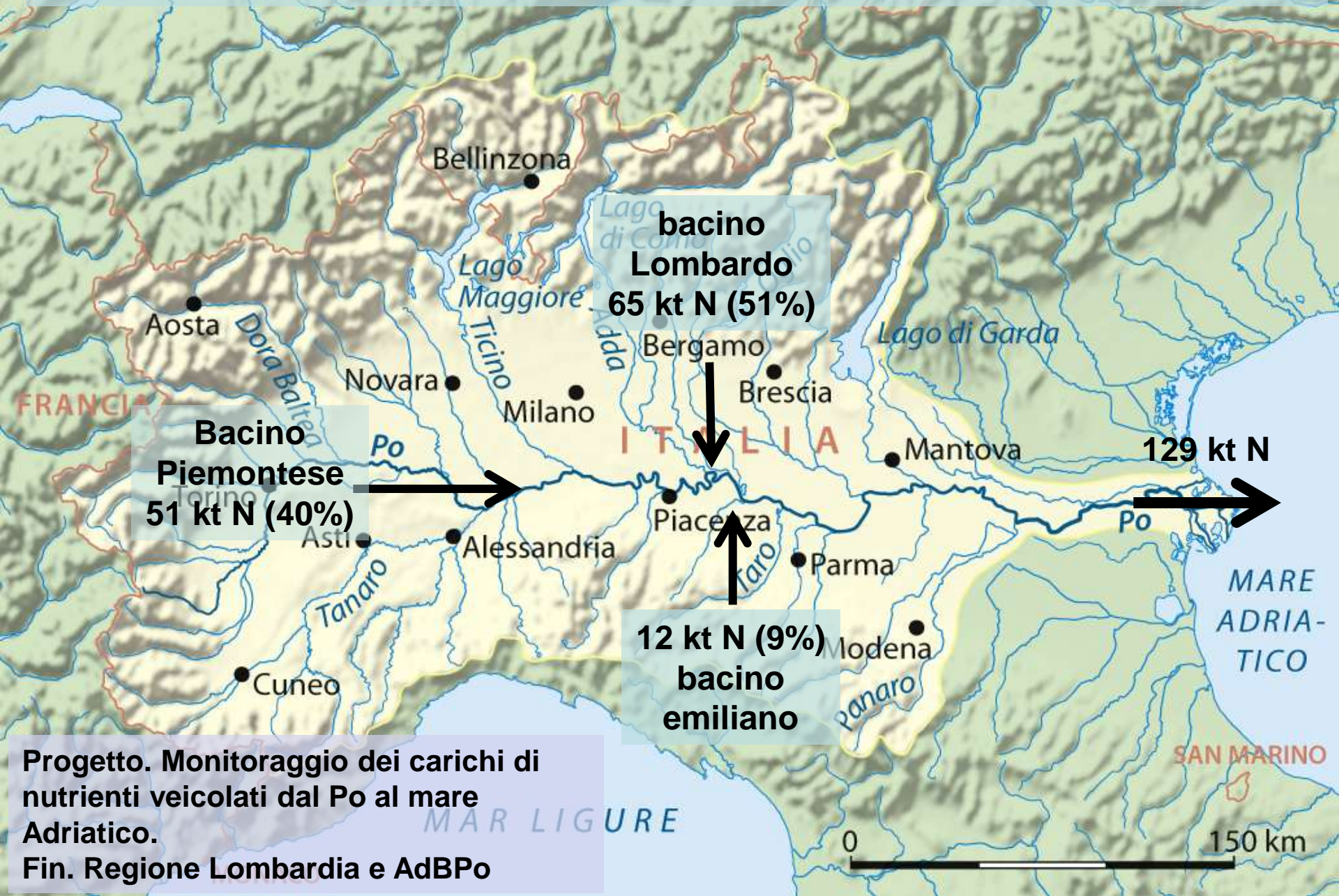


**Densità di
bovini
(n°capi/ha SAU)**

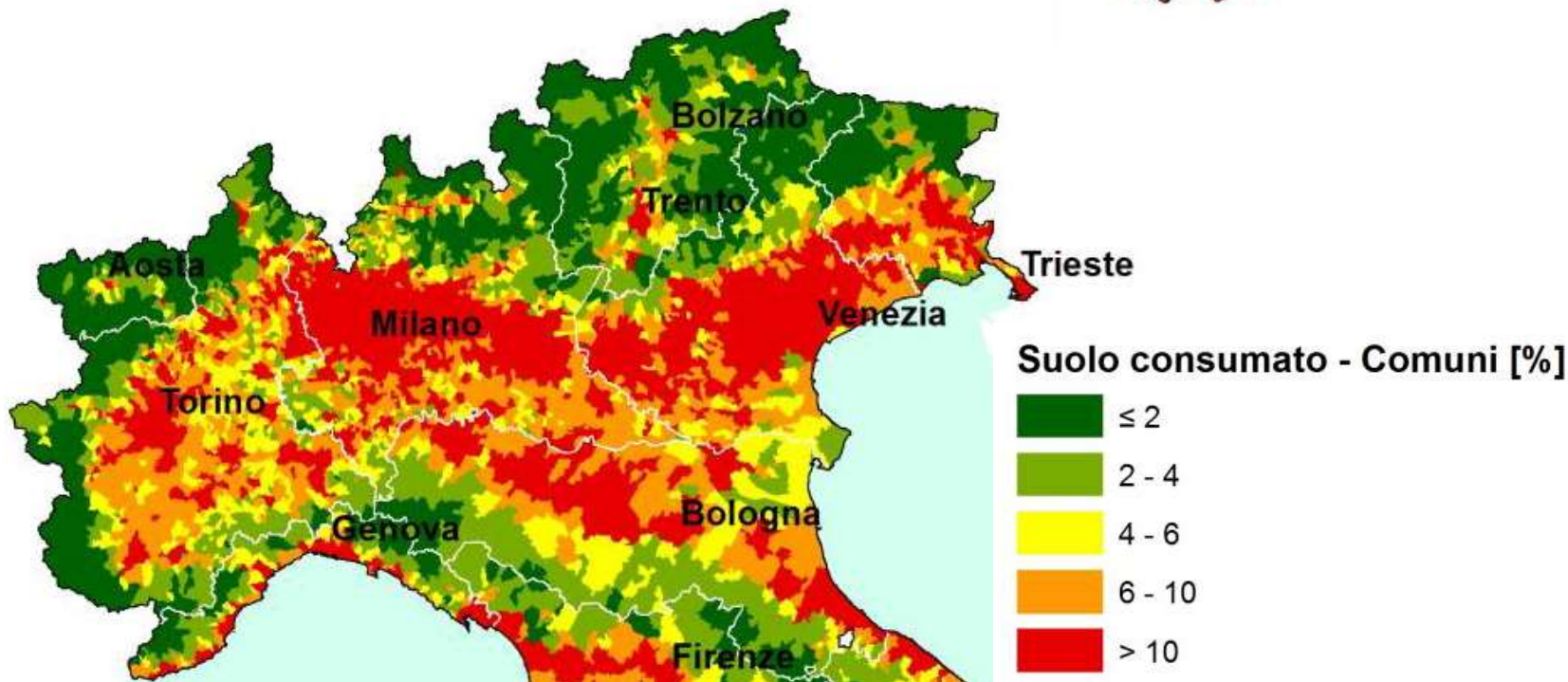


	1960	2010
Popolazione – milioni abitanti	14,2	17,3
Capi bovini - milioni di capi	4,2	2,8
Capi suini - milioni di capi	1,4	6,7
Avicoli - milioni di capi	42,9	45,4
SAU (ha x 10 ⁶)	4,4	3,1
prati permanenti (ha x 10 ⁶)	0,56	0,31
erba medica (ha x 10 ⁶)	0,65	0,27
grano totale (ha x 10 ⁶)	0,72	0,30
mais totale (ha x 10 ⁶)	0,40	1,37
fertilizzanti azotati kt N	147	183
fertilizzanti fosfatici kt P	60	32

Carichi elevati di azoto, fosforo e inquinanti

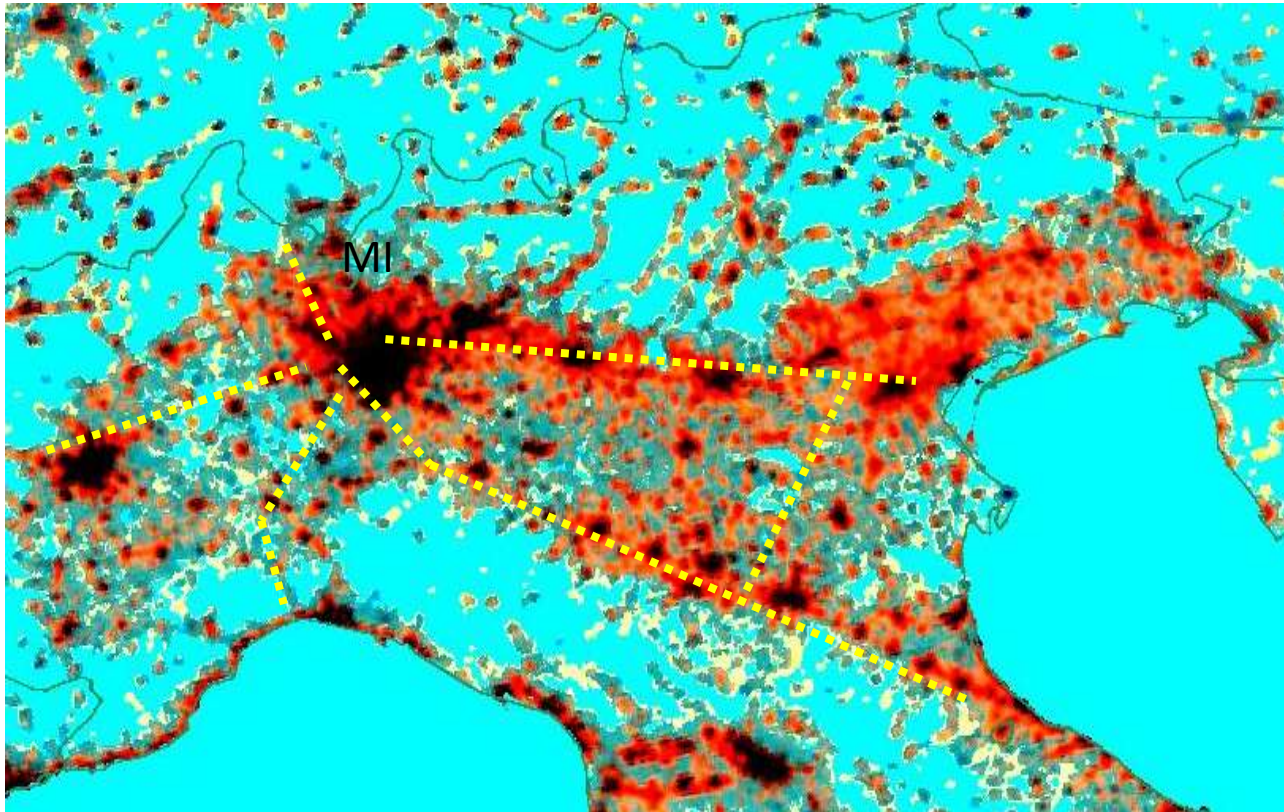


Progetto. Monitoraggio dei carichi di nutrienti veicolati dal Po al mare Adriatico.
Fin. Regione Lombardia e AdBPo



Consumo di suolo a scala comunale (% del territorio comunale) nel 2012
Modificato da ISPRA, 2015. Il consumo di suolo in Italia. Rapporti 218/2015

Velocità di occupazione dei suoli vista attraverso l'emissione media annua di luce notturna



Azzurro = fondo, nessuna luce/mare aperto

Nero = luce intensa presente nel 1992-93 e nel 2000

Rosso = luce molto più intensa nel 2000.

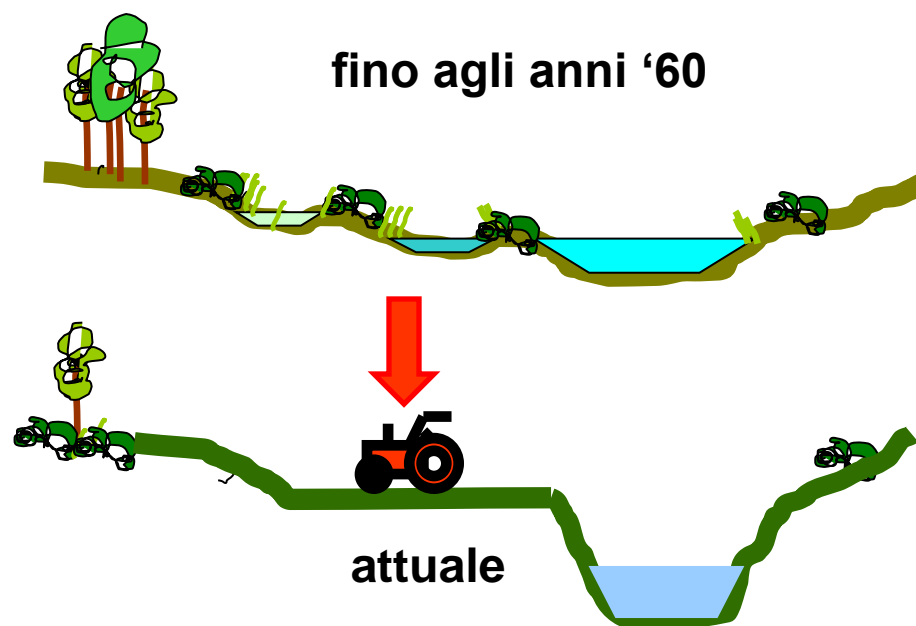
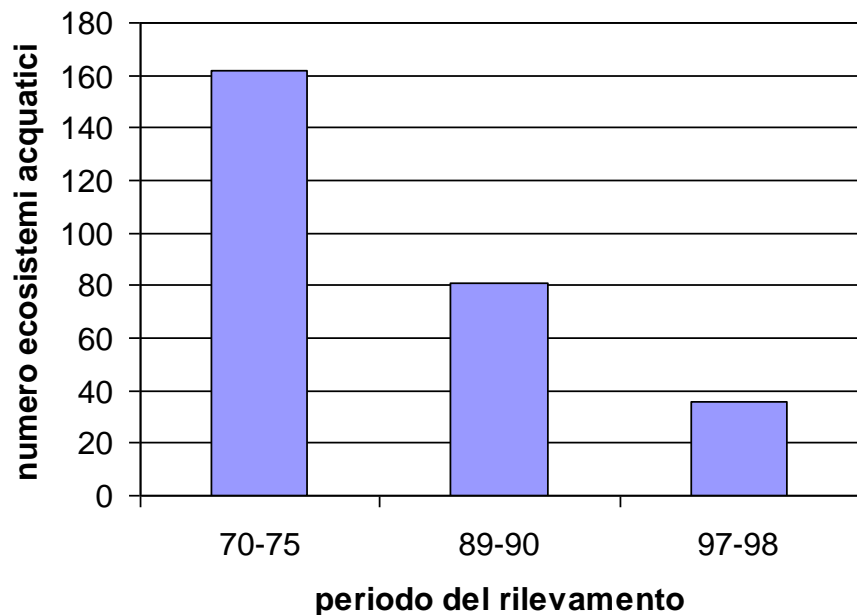
Giallo = luce presente nel 2000 non nel 1992-93

Grigio chiaro = luce soffusa stabile nel 1992-93 e nel 2000

Blu = Luce meno intensa o scomparsa nel 2000

Fonte: NOAA-NESDIS National Geophysical Data Center, Boulder, Colorado, USA

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



Variazione del numero di ambienti acquatici permanenti nella golena del Po in provincia di Piacenza dal 1970 al 1998 (IT4010018 - SIC-ZPS - Fiume Po da Rio Boriacco a Bosco Ospizio)

**IT4020017 - SIC-ZPS - Aree
delle risorgive di Viarolo (PR),
Bacini di Torrile, Fascia
golenale del Po**



**Frammentazione degli ambienti acquatici (quasi totale)
Perdita dei prati stabili (circa -40%)
Nelle province di Parma e Piacenza perdita di circa il 70%
dei fontanili attivi**

Appennino Tosco-Emiliano

1954-1960: 365 laghi e pozze
(Moroni 1966)

1989-1993: 55 laghi e pozze
(Viaroli et al., 1994)



Monte Matto
1831 m

Lago Bicchiere
1724 m

Lago Scuro Pamense
1527 m

Monte Scala
1718 m

Lago Gemio Superiore
1355 m

Lago Gemio Inferiore
1339 m

Gli ambienti acquatici d'alta quota ospitano una ricca biodiversità, soprattutto di (micro)invertebrati (Rossetti et al., 2010, Biologia Ambientale 24



interrimento e prosciugamento delle torbiere d'alta quota, le più meridionali rispetto all'areale di distribuzione

Delta del Po

Superficie ~ 3000 km²

Lagune e valli ~ 300 km²

- Acquacoltura
- Agricoltura
- Turismo
- Zone di tutela
- 2 parchi regionali



Valli e stagni

Po di Venezia

Sacca del Canarin

Sacca di Scardovari

Po di Tolle

Sacca di Goro

Po di Gnocca

Valle Nuova
Valle Cantone

Po di Goro

Data U.S. Navy
© 2009 Cnes/Spot Image
Image © 2009 GeoEye
Image © 2009 DigitalGlobe

Google™

Fioriture macroalgali e crisi distrofiche (anossia e solfuri) nella Sacca di Goro



Ottobre 1994



Maggio 1992



Luglio 1992

Problemi inediti dovuti al cambiamento climatico

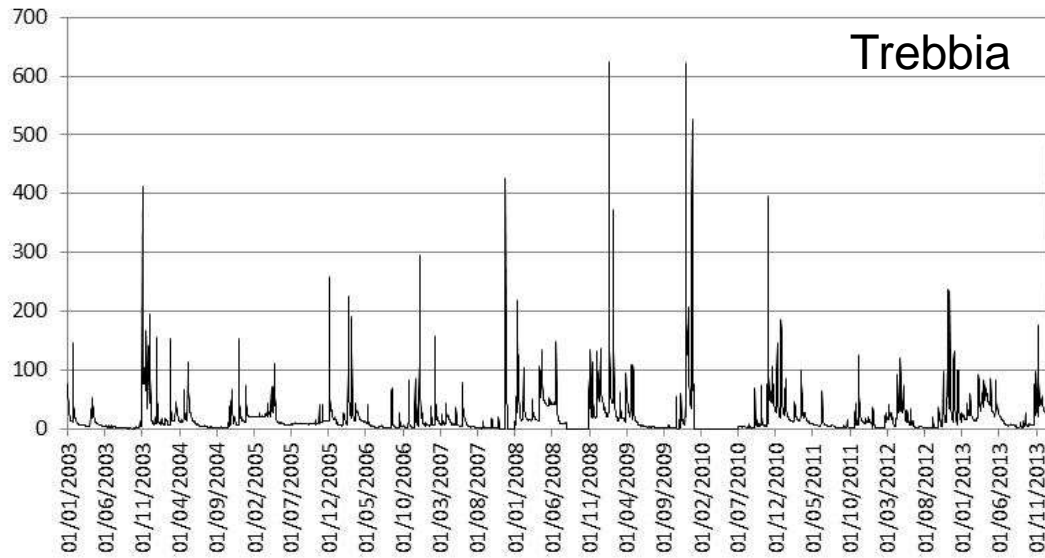
Castellari S. et al. 2014. *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma. 878 p.

Viaroli P (a cura di), 2014. Stato attuale e tendenze evolutive negli ecosistemi di acque interne e di transizione in Italia. *Biologia Ambientale* 28: 4-112

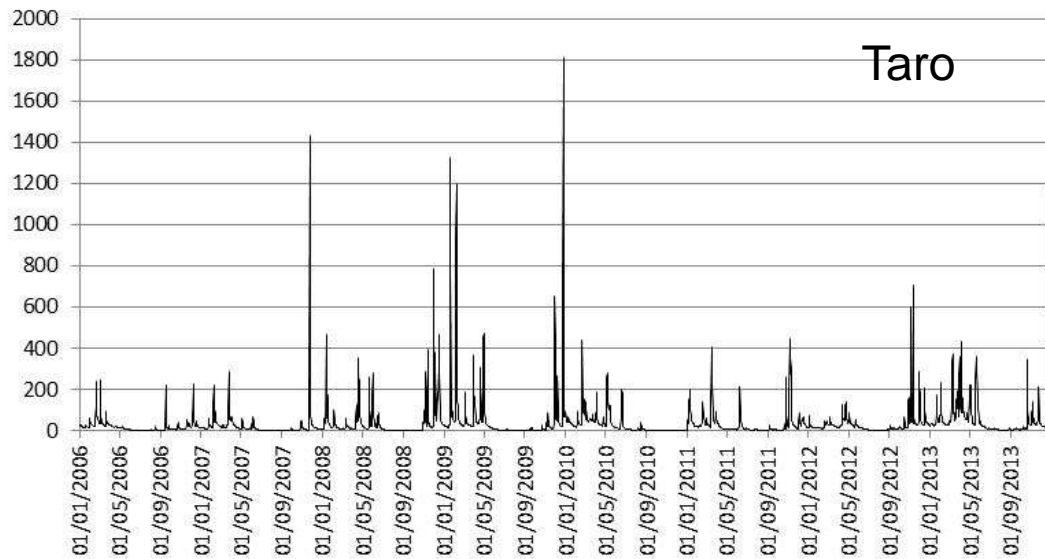
N. Bonada & V. H. Resh (eds), 2013. Streams in Mediterranean climate regions: lessons learned from the last decade. *Hydrobiologia* 719.

Attorre et al. (a cura di), 2009. Esiti del Tavolo Tecnico: Cambiamenti climatici e biodiversità: studio per la mitigazione e proposte per l'adattamento. MATTM-DPN

Portata (m³/sec)



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



Progetto PRIN 2015
NO ACQUA-risposte di
comuNità e processi
ecOsistemici in corsi
d'ACQUA soggetti a
intermittenza idrologica



Rilevanza delle
formazioni di greto
costituite da
popolamenti pionieri
in relazione a
gradiente
idrogeomorfologico
esposizione dei
sedimenti fluviali
qualità del substrato
(Bolpagni & Paduano,
2014, Biologia
Ambientale 28: 49-58)



Fiume Trebbia, estate
2015

In condizioni di secca, comparsa di habitat dovuti al flusso di sub-alveo.
Fiume Trebbia, estate 2013

*Typha
shuttleworthii*

Letti sommersi
a caracee



**Significativo
arretramento dei
ghiacciai**

Variazioni regime idrologico.

Torrenti Glaciali → Torrenti Alpini

Picco di portata estivo attenuato? Minore disponibilità idrica a valle?

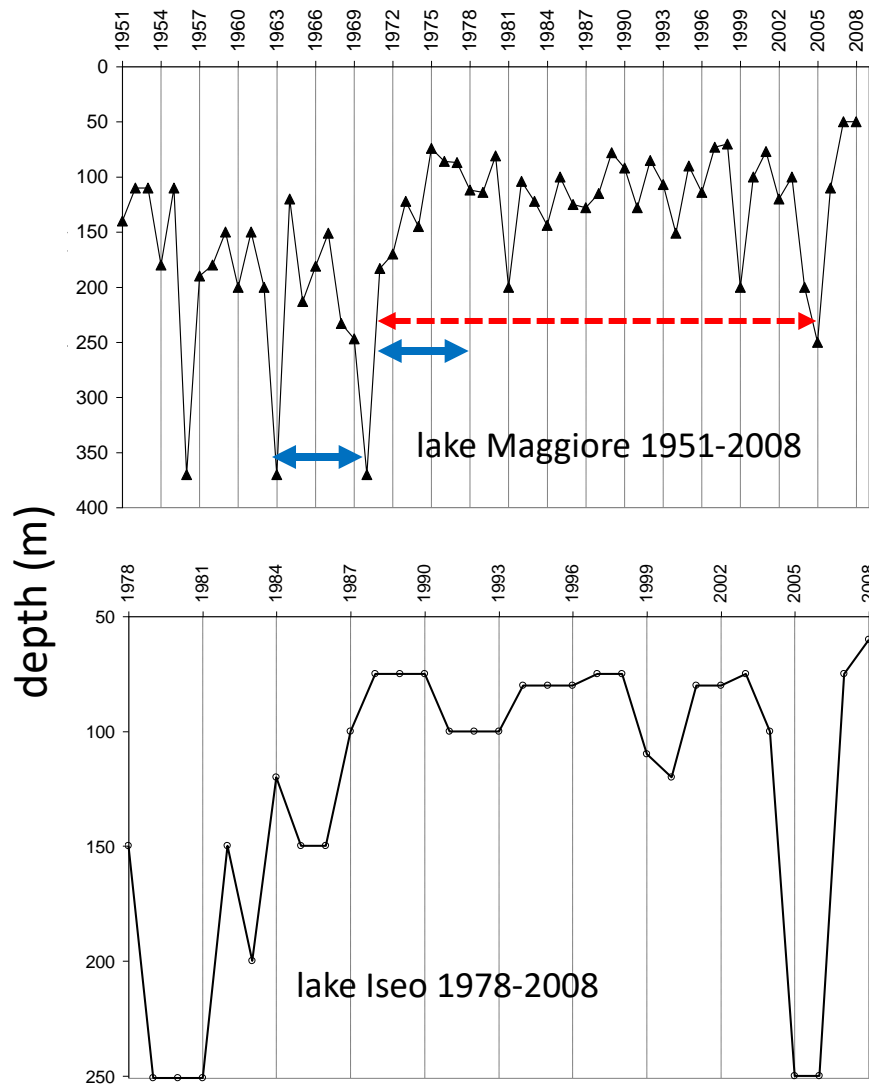
Inquinamento di ritorno

L'arretramento dei ghiacciai (~3 km) corrisponde ad un picco di organoclorurati (DDT) . Il DDT è bandito dagli anni '60, ma si è accumulato nel ed è stato conservato dal ghiaccio.

Bettinetti et al., 2008. Is meltwater from Alpine glaciers a secondary DDT source for lakes? *Chemosphere* 7: 1027–1031

Bogdal et al., 2009. Blast from the past: melting glaciers as a relevant source for persistent organic pollutants. *Environmental Science and Technology* 43: 8173–8177

Stratificazione termica delle masse di'acqua lacustri: verso la meromissia?

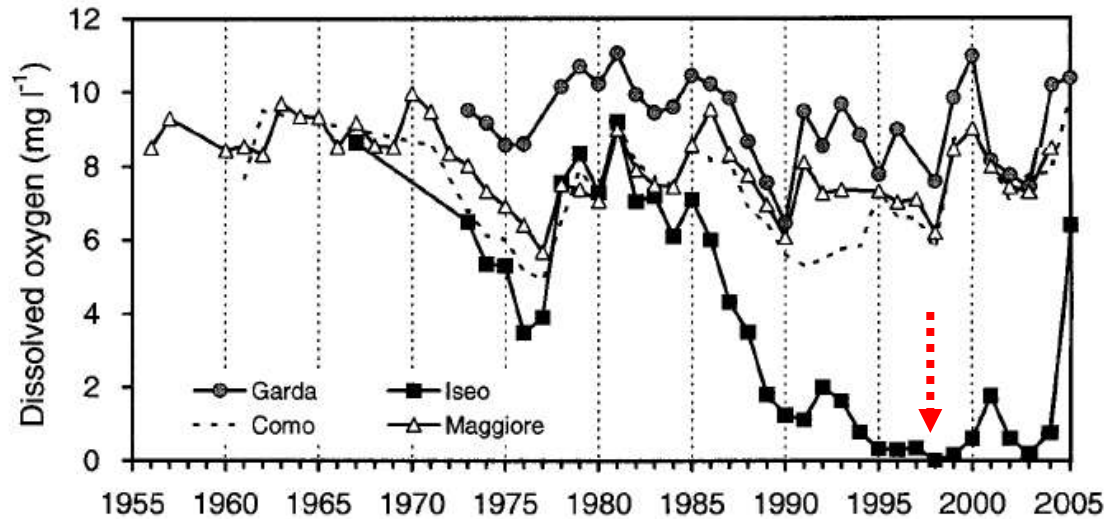


Nei laghi profondi a sud delle Alpi la temperatura media delle acque è aumentata di 0.1-0.2 °C/decade. ne deriva una stratificazione termica più persistente e un sempre meno frequente rimescolamento delle acque (oligomissia). In alcuni casi, il rimescolamento interessa solo gli strati superficiale (meromissia) isolando di fatto le acque di fondo che diventano anossiche (lago d'Idro)
Effetti sulle comunità pelagiche.

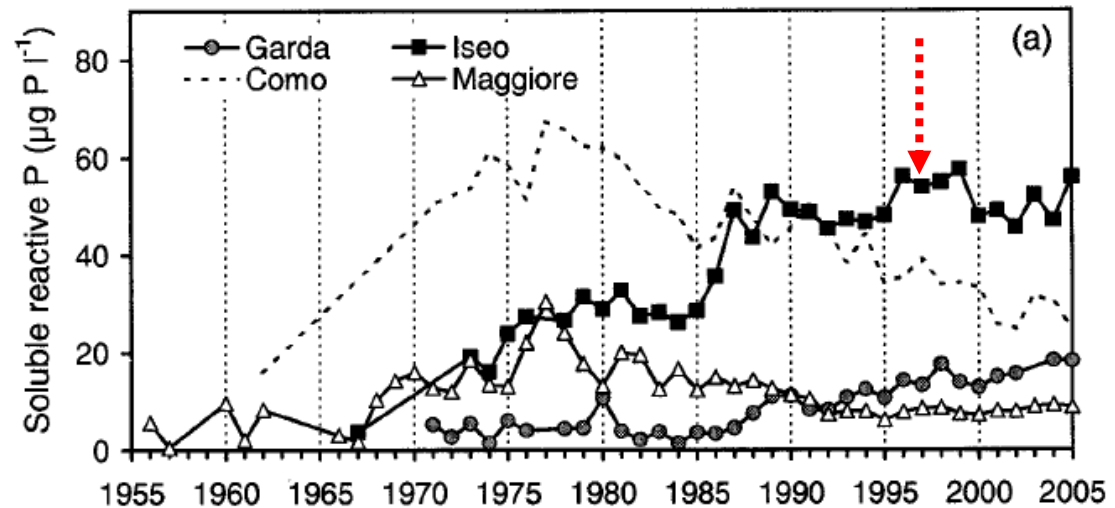
Salmaso N., Mosello R., 2010. Limnological research in the deep southern subalpine lakes: synthesis, directions and perspectives. *Advances in Limnology and Oceanography* 1: 29-66.

Situazione attuale dei laghi profondi sud-alpini (Salmaso et al., 2007, *Fundamental and Applied Limnology* 170: 177-196)

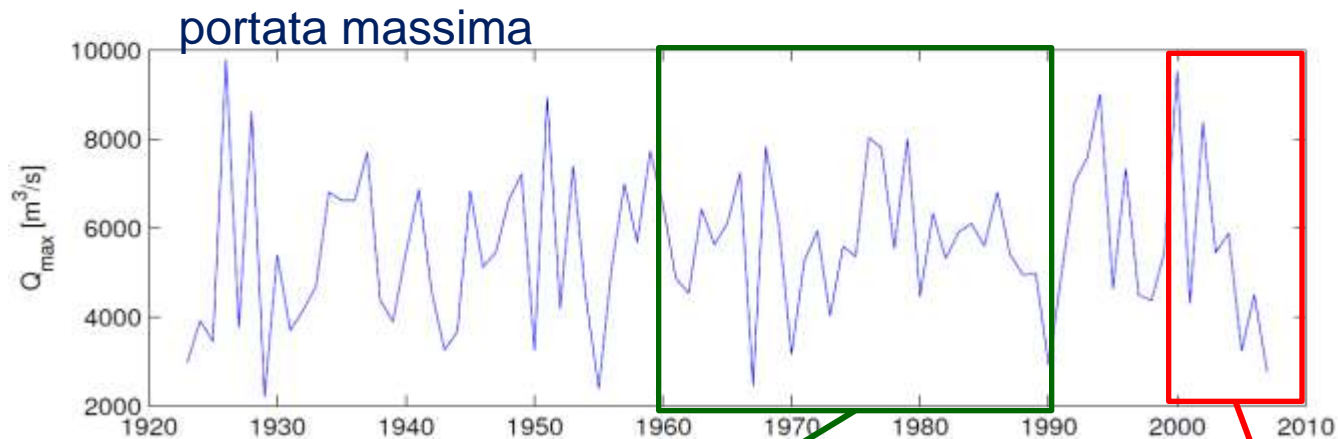
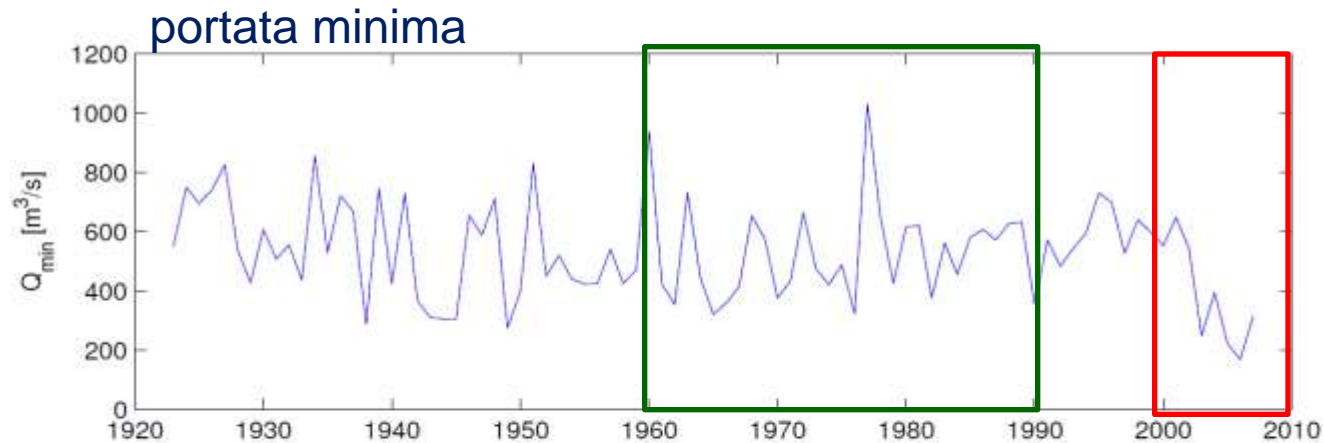
Lago d'Iseo
deossigenazione
delle acque di fondo
(< -200 m) →



in condizioni
anossiche accumulo
di fosforo →



Variazioni delle portate minime e massime del Po a Pontelagoscuro dal 1920 al 2007 (Zanchettin et al. 2008; Vezzoli et al., 2012)



47.5 (28.1-82.8) $km^3/anno$ 29.7 (26.3-45.3) $km^3/anno$

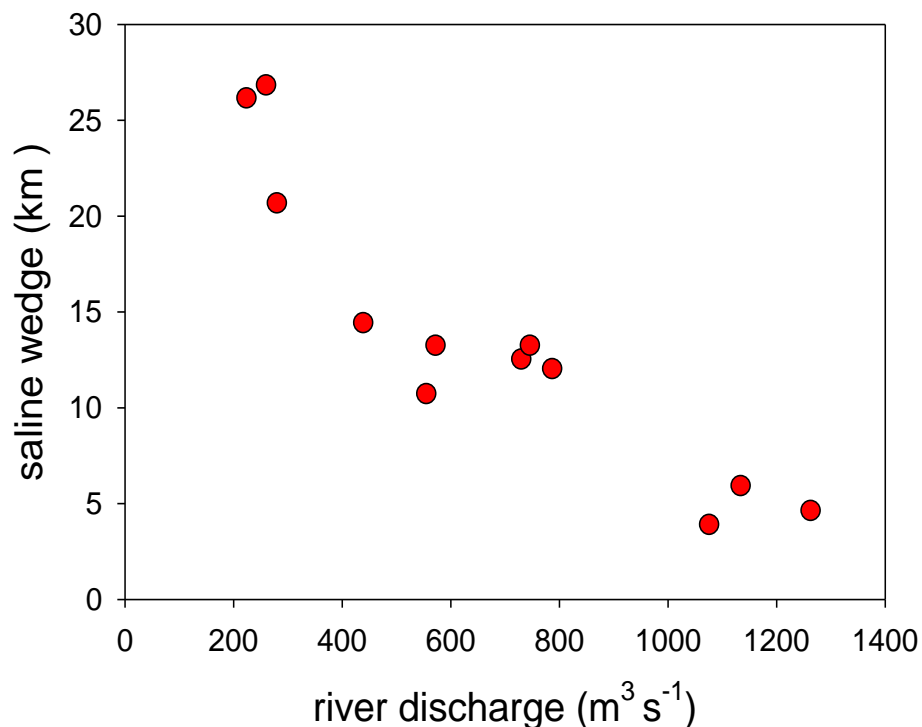
Risalita del cuneo salino nel delta del Po – con portata $250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ risalita di circa 25 km

(dati Provincia di Ferrara, UACP e ARPA - Regione Emilia Romagna)



Provincia di Ferrara
Servizio Idrico e Tutela Ambientale
UOPC Acqua Costiera ed Economia Idrica

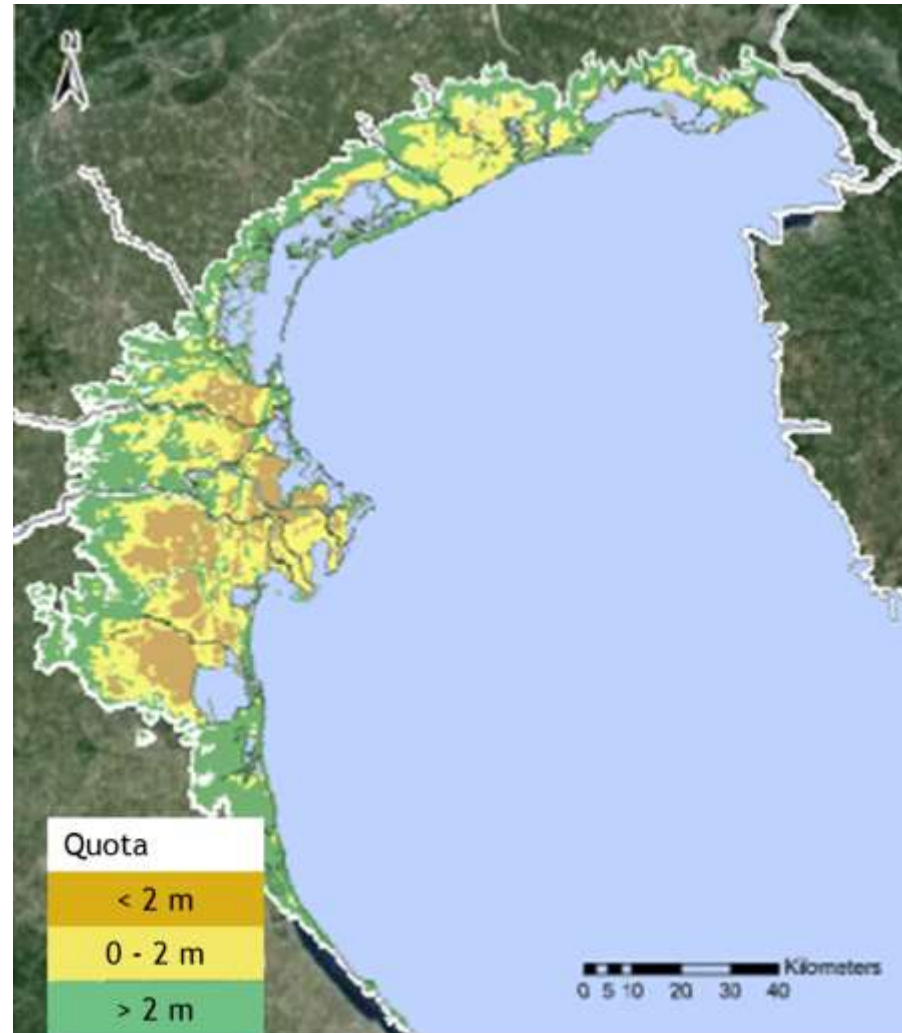
30.06.2003



Risalita del cuneo salino il 30 giugno 2003
con salinità dell'acqua di fondo di 20 psu

Relazione portata – risalita del
cuneo salino, periodo luglio 2003
– aprile 2007

Un esempio di possibile scenario



Distribuzione di aree a diversa elevazione lungo la costa da Trieste a Ravenna. Le aree suscettibili di possibile sommersione sono state ottenute dai lavori di Bondesan *et al.*, 1995 e Castiglioni *et al.*, 1995. Elaborazione di D. Tagliapietra CNR-ISMAR-VE



Simulazione della sommersione delle aree della costa Adriatica da Trieste a Ravenna, in seguito all'aumento di 50 cm del livello medio del mare.
Elaborazione di D. Tagliapietra CNR-ISMAR-Venezia

COME PROCEDERE?

- ✓ pianificazione intersettoriale con programmi a scala inter-regionale;
- ✓ progettualità proiettata nel lungo termine, con un approccio adattativo che prevede il monitoraggio delle azioni e le eventuali correzioni;
- ✓ approccio inclusivo, con il concorso coordinato di tutti gli enti interessati (Regione, enti locali, riserve e parchi) e con la partecipazione di tutti i portatori di interesse, in particolare degli esperti del settore, delle associazioni di categoria e del volontariato ambientale;
- ✓ contributo economico pubblico e privato, con uno utilizzo adeguato e coerente dei fondi europei.

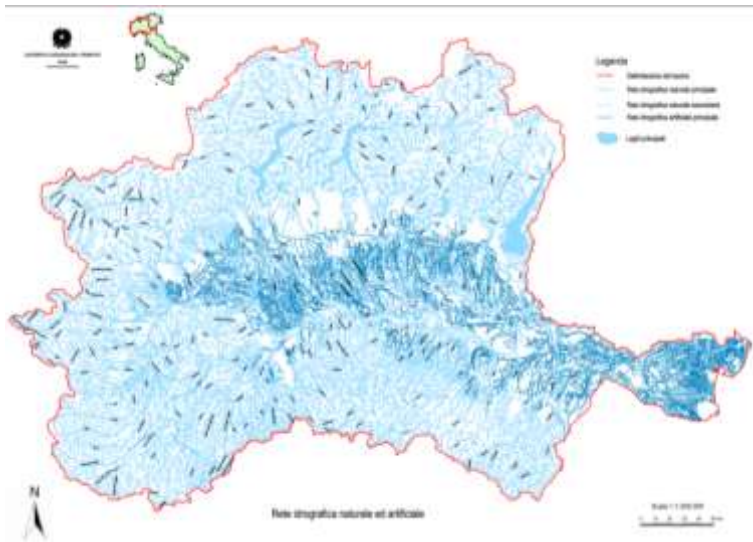
PRIORITÀ PER LA CONSERVAZIONE

- ✓ riduzione della perdita dei prati stabili e alla loro trasformazione in seminativi o in colture in rotazione;
- ✓ interventi nel territorio montano per regolamentare usi del suolo e insediamenti
- ✓ contrasto alla perdita delle zone naturali nelle golene fluviali;
- ✓ arresto delle modificazioni degli ecosistemi acquatici
- ✓ regolamentazione dei deflussi (DMV, e.flow)
- ✓ **gestione dei canali e del sistema idrografico minore**

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

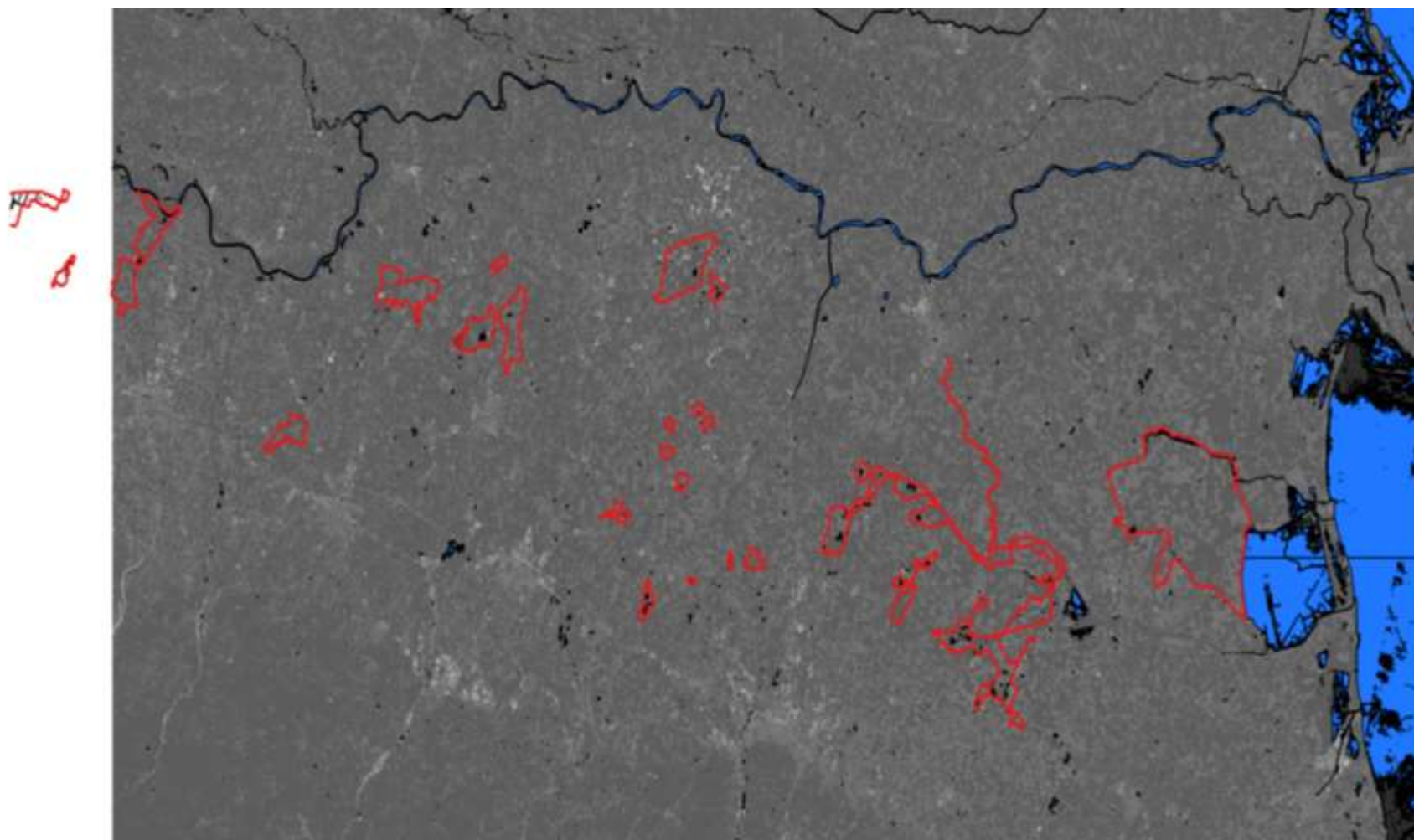


Bolpagni et al., 2013. Species and functional plant diversity in a heavily impacted riverscape: implication for threatened hydro-hydrophyllous flora conservation. *Limnologica* 43: 230-238.

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

ulteriori oneri o nuove opportunità?

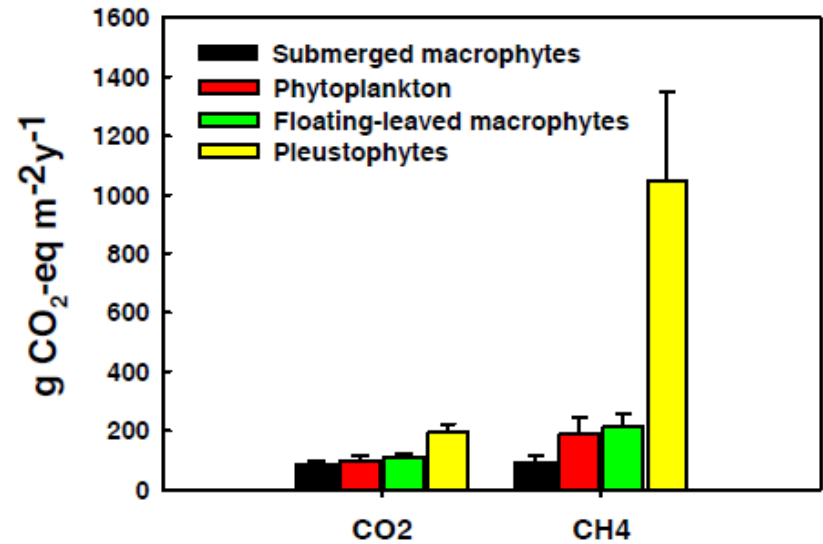
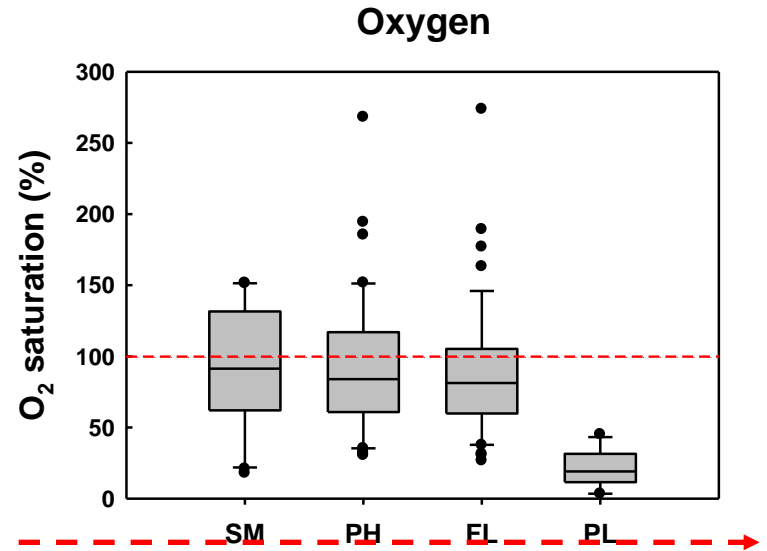
Monitoraggio dei corpi idrici e delle zone umide collegati alla Rete natura 2000.
Esempio: classificazione automatica dei corpi idrici principali (in blu) emiliani a fine luglio 2016 in relazione alla Rete Natura 2000 di pianura (in rosso)



Misure quantitative di metabolismo e servizi dell'ecosistema in relazione allo stato delle comunità vegetali



Stato trofico crescente



VIAROLI et al., 2014. Vegetazione acquatica, processi e funzioni dell'ecosistema nei tratti planiziali del reticolo idrografico del fiume Po. *Il bacino del Po*, Atti dei Convegni Lincei 279: 85-100.

Un esempio di misura del Servizio Ecosistemico di regolazione del ciclo dell'azoto nella golena dei fiumi Po, Oglio e Mincio ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$)

Misure sperimentali di nitrificazione-denitrificazione in 22 zone umide e aree marginali fluviali

- diverse comunità vegetali
- diverse condizioni idrologiche (10 ambienti connessi e 12 isolati)
- diverse stagioni



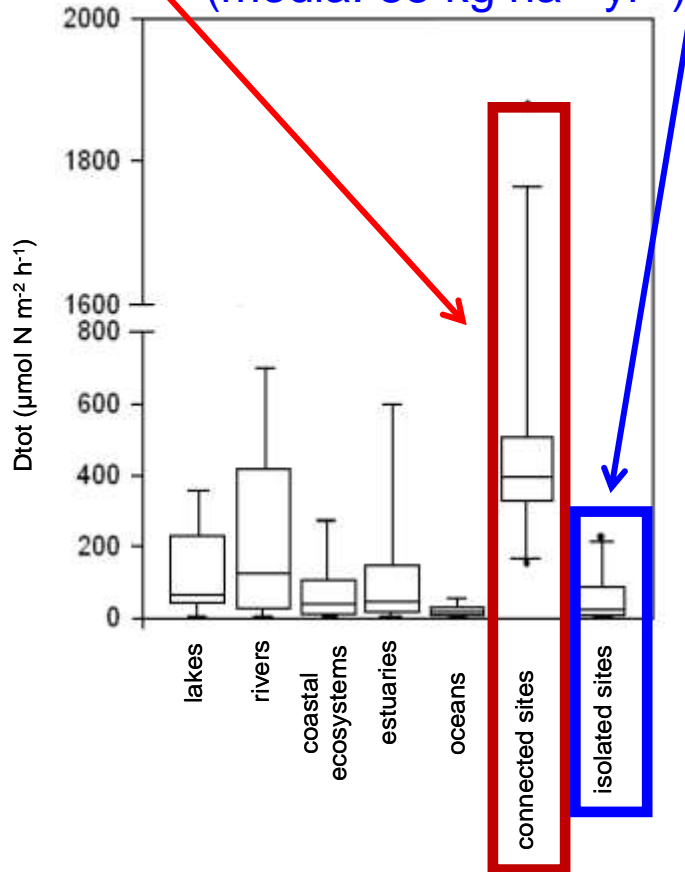
Sono state fatte misure multiple con diverse metodologie

- accoppiamento isotopico
- flussi bentonici netti
- modellistica matematica

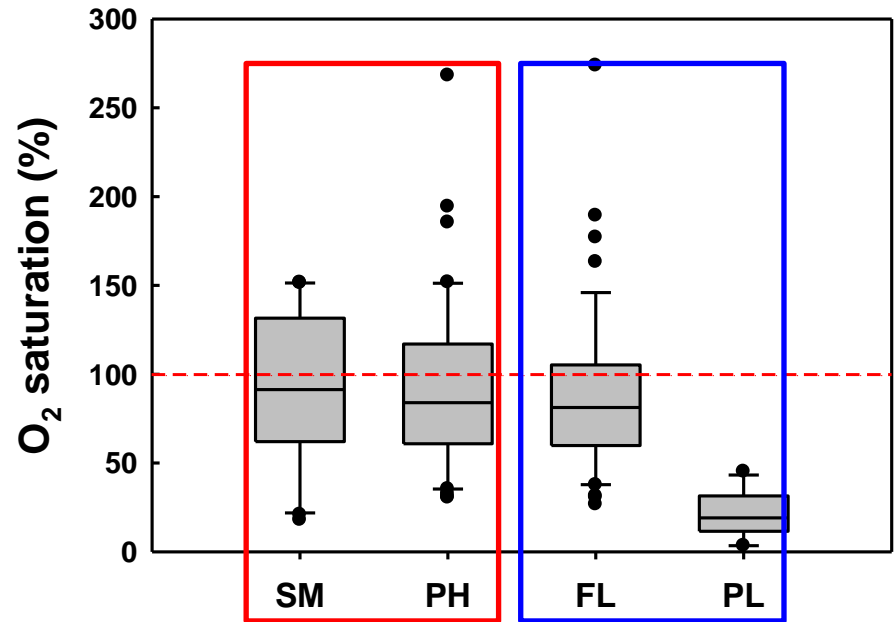
(Racchetti et al., 2011. Biogeochemistry 103:335–354)

Zone umide connesse al fiume e in buona salute:
alta efficienza di rimozione dell'azoto
(media: 330 kg ha⁻¹ yr⁻¹)

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



Fertilizzazione azotata
zone vulnerabili ai nitrati
170 kg ha⁻¹ yr⁻¹
zone non vulnerabili
340 kg ha⁻¹ yr⁻¹



SM: vegetazione sommersa
PH: fitoplancton
FL: a foglia emergente e flottante
PL: pleustofite

Conservazione della Natura e valorizzazione dei prodotti dell'*agri-food*

La regione Emilia Romagna, con le sue “*food valleys*” ha un motivo in più per valorizzare la natura: essa è il primo marchio di qualità dei prodotti dell'agro-alimentare. Su questo assunto si basa anche la strategia del marketing territoriale che promuove e vende i prodotti eno-gastronomici e il turismo locali con il marchio della qualità ambientale.



Conservazione e gestione della natura e della biodiversità possono diventare utili per la valorizzazione dei territori e dei prodotti tipici (?)

I prodotti DOP e IGP dell'Emilia-Romagna: nati qui, apprezzati in tutto il mondo
The PDO and PGI products of Emilia-Romagna: born here, enjoyed worldwide

The map illustrates the geographical distribution of various Protected Designation of Origin (DOP) and Protected Geographical Indication (IGP) products across the Emilia-Romagna region. Each product is represented by an image and a label indicating its specific origin. The products are distributed as follows:

- Piacenza:** Pancetta Piacentina DOP, Salami Cremonese IGP, Provolone Valpadana DOP, Grana Padano DOP.
- Parma:** Prosciutto di Parma DOP, Salami di Parma IGP, Coppa di Parma IGP, Salami di Felino IGP, Prosciutto di Parma DOP.
- Reggio Emilia:** Aceto Balsamico Tradizionale di Reggio Emilia DOP, Balsamico di Modena IGP, Salame Italiano alla Cacciatora DOP, Zampino Modena IGP, Meloni Mantovano IGP, Fave della Emilia-Romagna IGP, Modigliana Bologna IGP, Coppa Ferrarese IGP, Aceto di Vergemera DOP.
- Modena:** Aceto Balsamico Tradizionale di Modena DOP, Amaretti di Modena IGP, Prosciutto di Modena DOP, Aceto Balsamico Tradizionale di Modena DOP.
- Bologna:** Coppa Bologna IGP, Prosciutto di Bologna IGP, Amaretti del Centro Italia IGP, Dado della Verzone di Cella di Bolognina IGP, Scalocino di Romagna IGP, Vitelloni Bianchi dell'Appennino Centrale IGP.
- Ferrara:** Coppa Ferrarese IGP, Aceto di Vergemera DOP.
- Ravenna:** Fave della Emilia-Romagna IGP, Modigliana Bologna IGP, Coppa Ferrarese IGP, Aceto di Vergemera DOP.
- Forlì:** Salsiccia di Romagna DOP, Dado della Verzone di Cella di Bolognina IGP, Scalocino di Romagna IGP, Vitelloni Bianchi dell'Appennino Centrale IGP.
- Cesena:** Salsiccia di Romagna DOP, Dado della Verzone di Cella di Bolognina IGP, Scalocino di Romagna IGP, Vitelloni Bianchi dell'Appennino Centrale IGP.
- Rimini:** Salsiccia di Romagna DOP, Dado della Verzone di Cella di Bolognina IGP, Scalocino di Romagna IGP, Vitelloni Bianchi dell'Appennino Centrale IGP.
- Other products:** Asparago Verde di Artico IGP, Finca e Nettarina di Romagna IGP, Salsiccia di Romagna DOP, Dado della Verzone di Cella di Bolognina IGP, Scalocino di Romagna IGP, Vitelloni Bianchi dell'Appennino Centrale IGP.

Dimostrazione di Promozione Internazionale
Piacenza e Romagna 2017
"In Agricoltura e Sviluppo Rurale 2017"

Regione Emilia-Romagna
Assessorato Agricoltura
agricoltura.regione.emilia-romagna.it

esternalità ambientali attualmente non contabilizzate che hanno effetti positivi su qualità di territorio e prodotti

naturalità dei suoli e delle componenti del paesaggio	Valorizzazione dei marchi territoriali
Conservazione e ripristino delle componenti naturali degli ecosistemi acquatici e la qualità delle acque	Valorizzazione del territorio Miglioramento qualità dell'acqua
Gestione delle componenti naturali dell'ecosistema nel controllo dei fenomeni di dissesto idro-geologico e di erosione dei suoli	Riduzione dei costi di riparazione Conservazione dei suoli agricoli

Gestire il nuovo modello di pianificazione di area vasta: distretto idrografico + *mare adiacente*

Prepararsi a scenari inediti

torrenti intermittenti

scomparsa di laghi e torbiere d'alta quota (Appennino)

risalita del cuneo salino (Delta)

inondazione delle zone subsidenti del delta

ruolo funzionale delle specie aliene (?)

Imparare a riparare gli ecosistemi

Una provocazione:

Quello di cui abbiamo necessità ora non è di ricreare gli ecosistemi che esistevano 200 o 300 anni fa, ma piuttosto di creare nuovi sistemi che crediamo possano essere più adatti per una certa area per i prossimi 100-200 anni di cambiamento climatico” . Camille Parmesan, Science Watch® Newsletter Interview, March 2010

CON IL CONTRIBUTO DI

Gruppo di Lavoro *Ecosistemi di acque interne e di transizione: biodiversità, e funzioni e servizi dell'ecosistema* della Strategia Nazionale per l'Adattamento al cambiamento climatico.

Giampaolo Rossetti, Marco Bartoli (Univ. Parma), **Nico Salmaso** (Fondazione Mach/IASMA), **Marco Cantonati** (MUSE, Trento), **Luigi Naselli Flores** (Univ. Palermo), **Fabio Stoch, Diana Galassi** (Univ. l'Aquila), **Marina Manca, Angela Boggero, Marzia Ciampittiello, Diego Fontaneto, Piero Guilizzoni, Giuseppe Morabito, Nicoletta Riccardi, Michela Rogora, Pietro Volta** (CNR-ISE, Verbania Pallanza); **Alessandro Ludovisi, Massimo Lorenzoni** (Univ. Perugia); **Loreto Rossi** (Univ. Roma "La Sapienza"), **Alberto Basset** (Univ. Salento), **Antonella Lugliè, Nicola Sechi, Bachisio Mario Padedda** (Univ. Sassari), **Paolo Magni** (CNR-IAMC, Oristano), **Davide Tagliapietra** (CNR-ISMAR, Venezia)

R. Azzoni, A. Laini, E. Racchetti, D. Longhi, D. Nizzoli, (Univ. Parma)

M. Pinardi (CNR-IREA)

G. Castaldelli, E. A. Fano, E. Soana, (Univ. Ferrara)

S. Fenoglio (Univ. Piemonte Orientale)