



Convegno Il Carpino, Terra viva, Legambiente :
Lo Stato delle acque in provincia di Verona .
Verona 1/02/ 2014

Rapporto tra inquinamento e tutela della biodiversità

M.Giovanna Braioni ¹, Michele Dall'O' ²

¹ *Prof. Senior dello Studium patavinum Università di Padova*

² *PhD Modellistica Matematica dei Sistemi Ambientali*

Cos'è la Biodiversità:

1. Biodiversità intraspecifica :

Noi presenti in sala rappresentiamo un campione

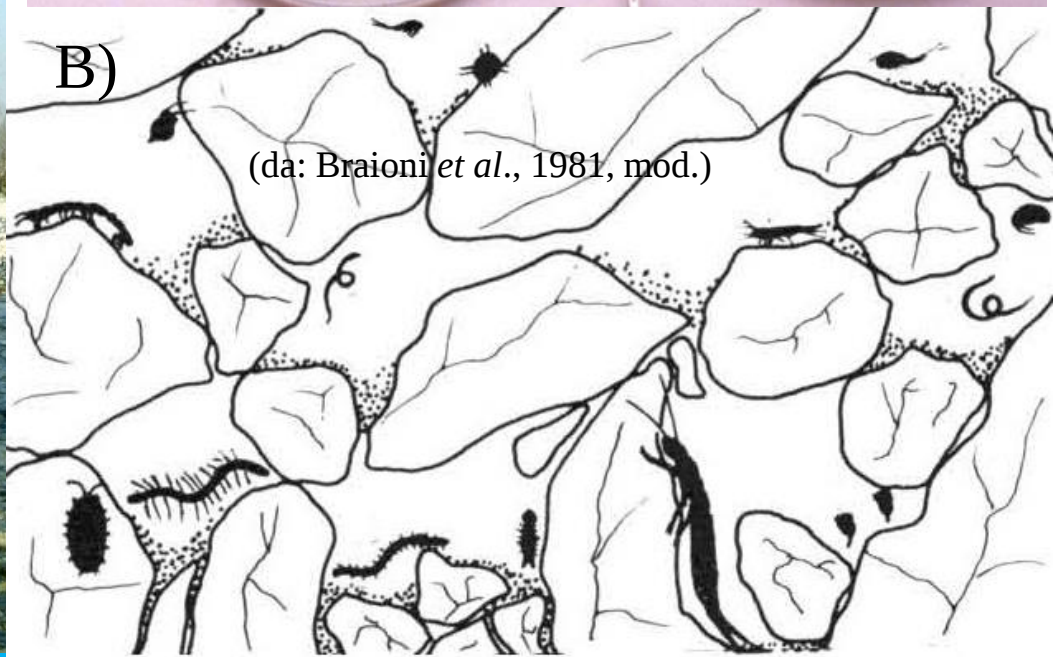
2. Biodiversità interspecifica : le specie presenti, ad esempio, nell'alveo superficiale di un fiume tra i massi, ghiaia, sabbia, limo, sostanza organica, muschi, alghe (*benthos*) (A), negli interstizi ghiaiosi-sabbiosi degli strati più profondi (*fauna interstiziale*) (B)



A)



L'Adige al Lazzaretto nel 1990 in magra (Foto Braioni)

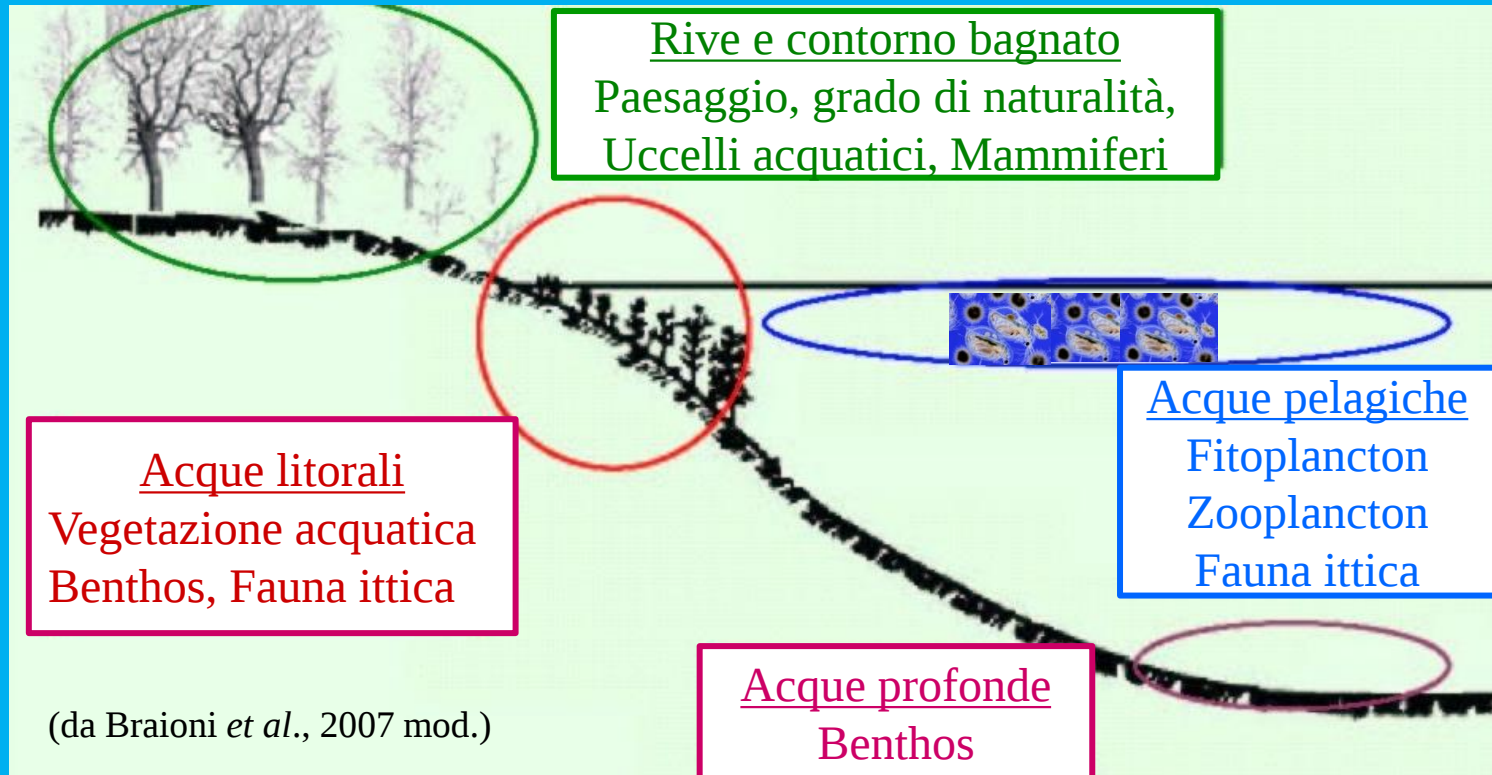


B)

(da: Braioni *et al.*, 1981, mod.)

3. Biodiversità di una comunità biologica: ad esempio le specie che vivono e si riproducono nelle acque pelagiche di un lago (*plancton*: *fitoplancton* la componente vegetale, *zooplancton* e la fauna ittica la componente animale).

4. Biodiversità di un ecosistema quando consideriamo tutte le specie che caratterizzano le comunità biologiche, ad esempio, presenti in un lago come schematizzate nella figura.



Ecosistema: un complesso di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti, che formano un sistema unitario e identificabile (quali un lago, un bosco, un fiume, il mare) per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale.

5. Biodiversità degli ecosistemi del pianeta Terra: nelle figure alcuni esempi

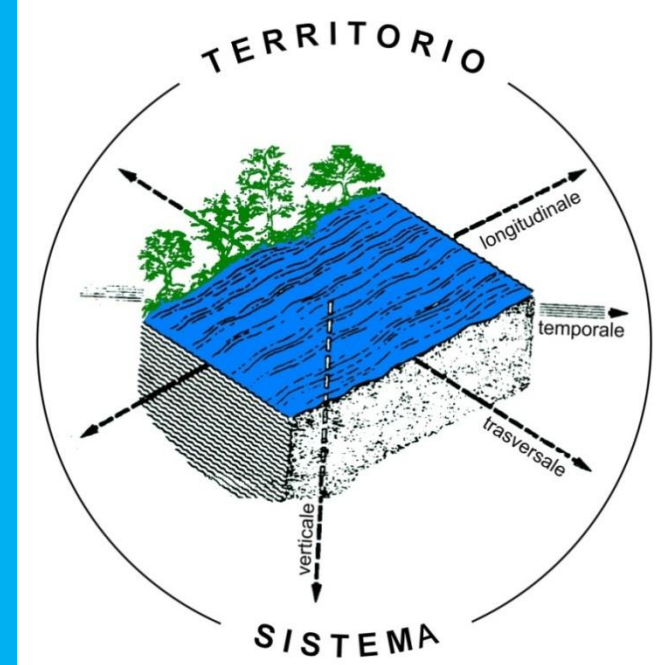


Biodiversità, Ecosistema fluviale, Autodepurazione

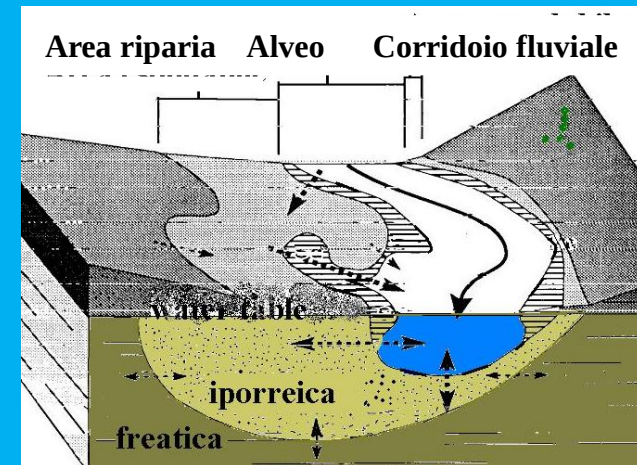
L'ecosistema fluviale deve essere considerato nella sua complessità penta-dimensionale e cioè come un continuum 1. *longitudinale* (dalla sorgente alla foce), 2. *trasversale* (alveo fluviale - aree riparie - corridoio fluviale), 3. *verticale* (colonna d'acqua - alveo - ambiente interstiziale iporreico, freatico - acquiferi profondi), 4. *temporale* (per l'adattamento dei cicli biologici delle specie alle variazioni morfologiche e idrologiche degli ambienti fluviali); 5. *nell'ambito del sistema territoriale*, per l'evoluzione economica, sociale, culturale delle popolazioni residenti.

I corridoi fluviali rappresentano aree ad elevata vulnerabilità a causa dei contrastanti usi delle risorse legate al fiume e al territorio con rischio di:

- perdita della biodiversità e dei processi da essa svolti, da cui dipende la conservazione delle risorse e lo sviluppo antropico,
- pericolo di esondazione,
- perdita dell'identità culturale - storico - ambientale sintetizzata nel paesaggio fluviale (da Braioni *et al.*, 2005 mod.).



(da Boon , 1992, mod. da Braioni *et al.*, 2005)

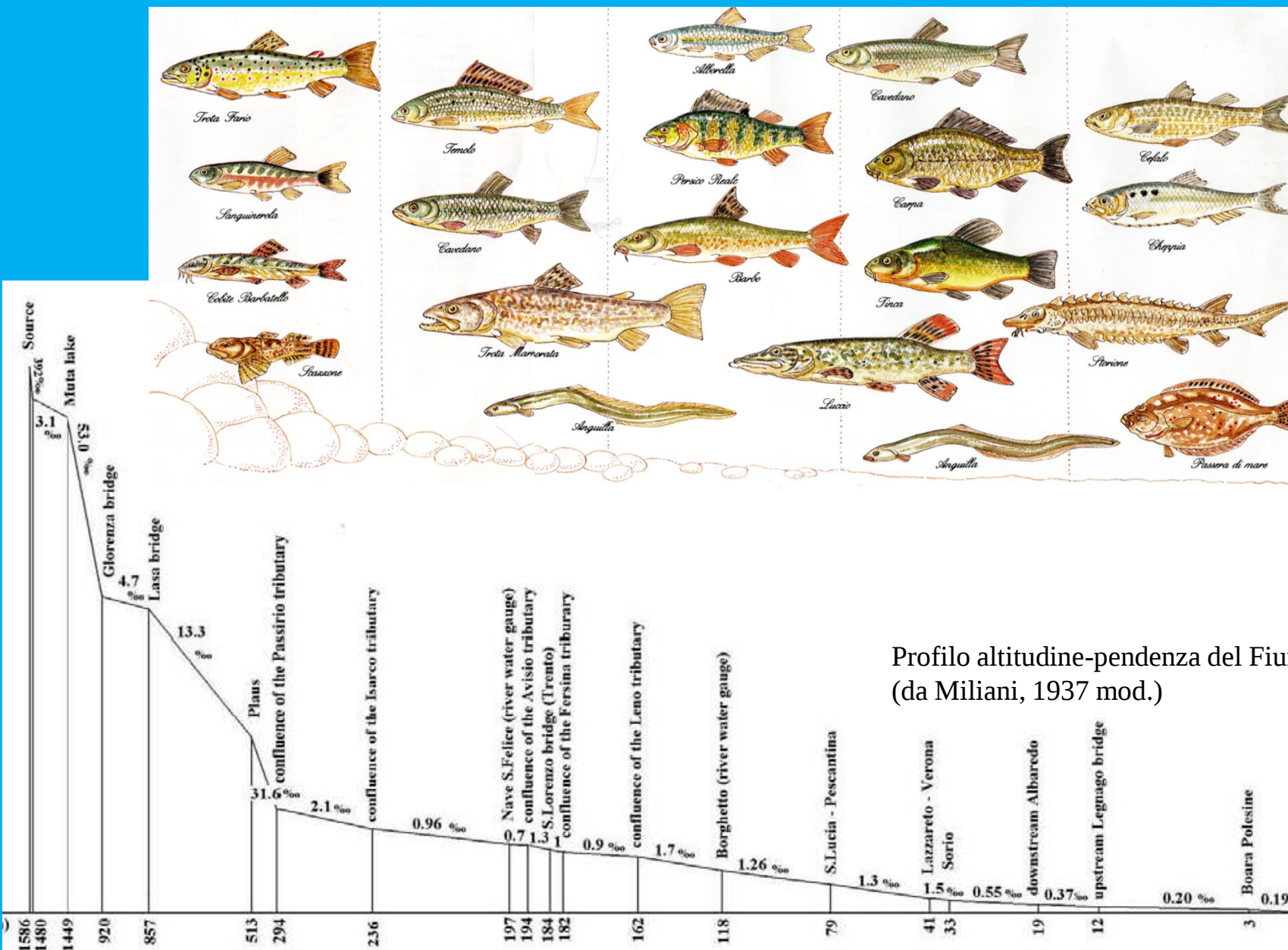


(da Stanford *et al.* 1993, mod. da Braioni *et al.*, 2005, mod)

1. Dimensione longitudinale

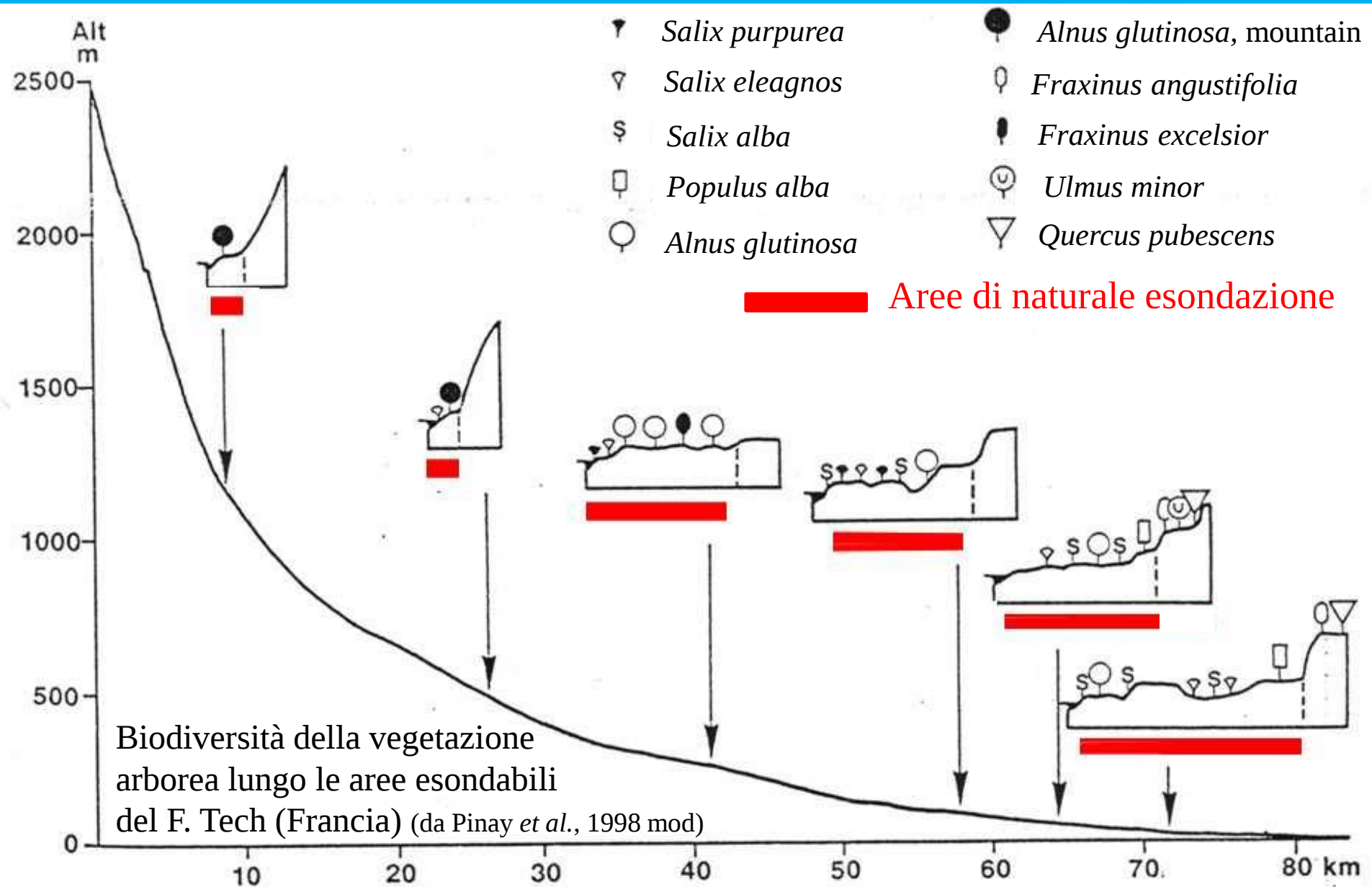
Biodiversità della Fauna ittica lungo il Fiume Adige

(da Braioni
e
Sambugar,
1992 mod)



Profilo altitudine-pendenza del Fiume Adige
(da Miliani, 1937 mod.)

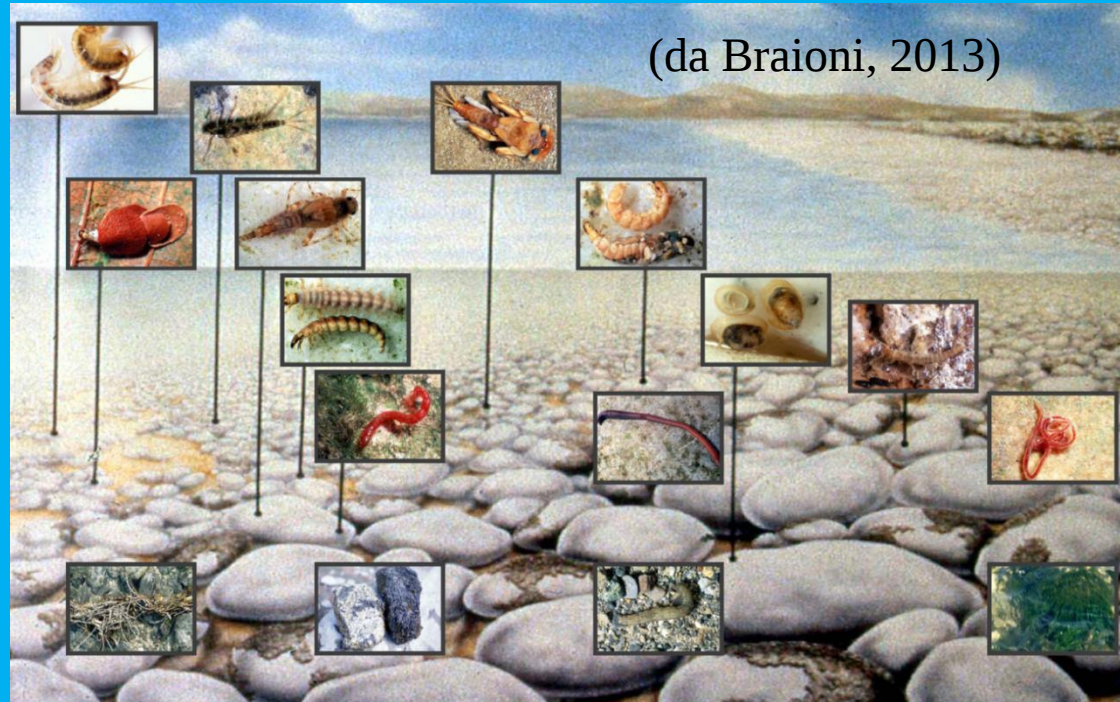
1. Dimensione longitudinale - 2. trasversale



3. Dimensione verticale

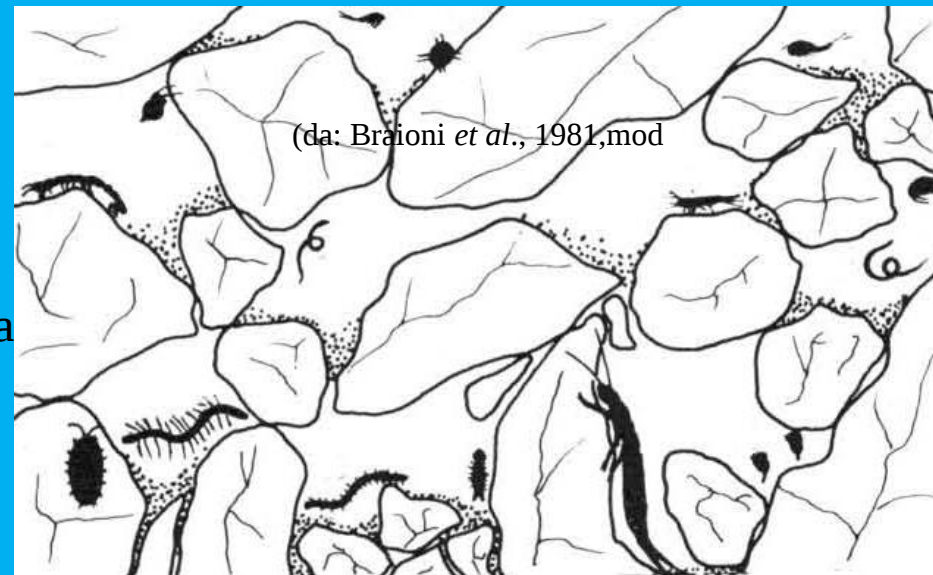
- *Alveo:*

Esempio di Biodiversità del macrobenthos presente nell'alveo ciottoloso, ghiaioso, sabbioso di un fiume unitamente alla biodiversità di alghe, funghi e batteri (non rappresentati) e sostanza organica vegetale e animale



- *Subalveo:*

Esempio di Biodiversità della fauna interstiziale presente unitamente alla biodiversità di batteri e funghi non rappresentati



- *Falda freatica:* biodiversità della fauna ipogea

2. Dimensione trasversale



(da Braioni, 2013)

Specie ripicole (da Benetti *et al.*, 1992 mod.)

Greto con esempi di biodiversità della fauna ripicola: le specie evitano l'acqua infossandosi o spostandosi verso zone asciutte; si nutrono di piccolissimi frammenti di Sostanza Organica Fine contribuendo con i batteri a demolirla



Il suolo delle rive-aree riparie ospita una micro e macrofauna che demolisce-trasforma la sostanza organica in nutrienti assorbiti dalla vegetazione



Esempio di biodiversità della vegetazione arborea delle rive-aree riparie (foto Braioni 2007 mod.)

4. Dimensione temporale:



Le Aree esondabili presentano elevata biodiversità:

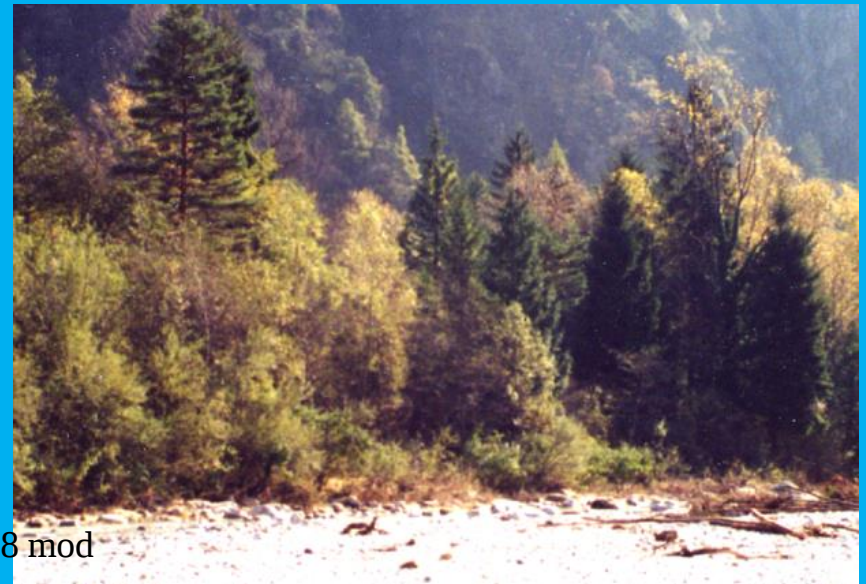
Perbellini M. (2000-2006) ha censito 78 specie di uccelli.

De Franceschi P. (1980-1982) 21 specie nidificanti.

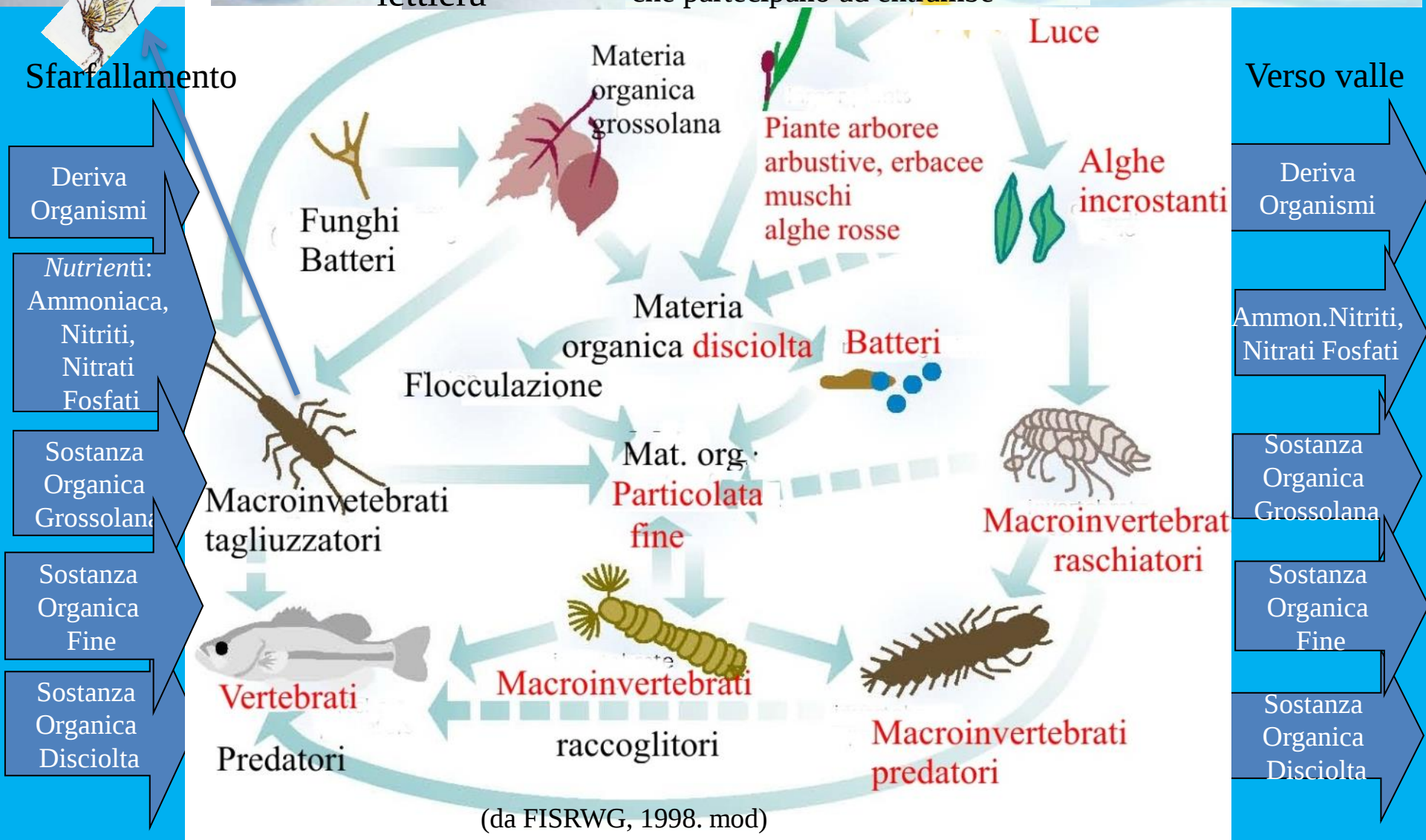
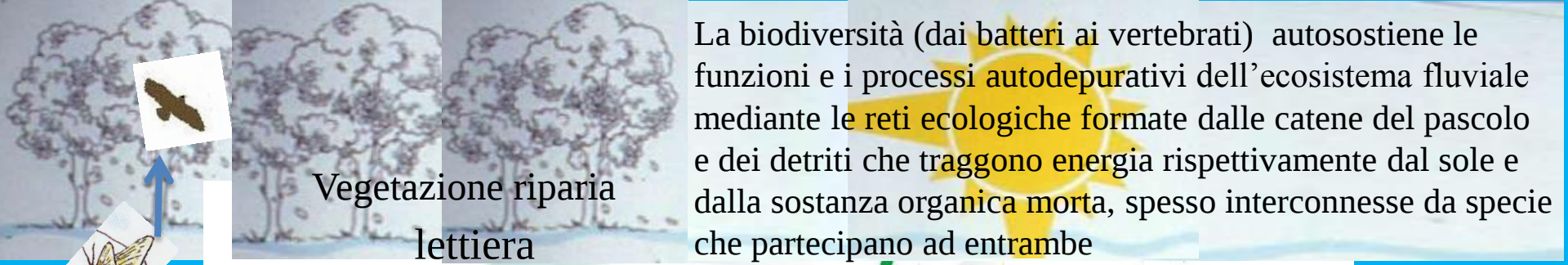
Isola del Pestrino, in magra e in morbida (da Braioni et al., 2005, 2008 mod)

Villani (2007) lungo le rive e aree riparie del F. Adige nel Comune di Verona identifica 350 specie, il 35% dell'intera flora rilevata da Bianchini *et al.* (1998) nel Comune di Verona.

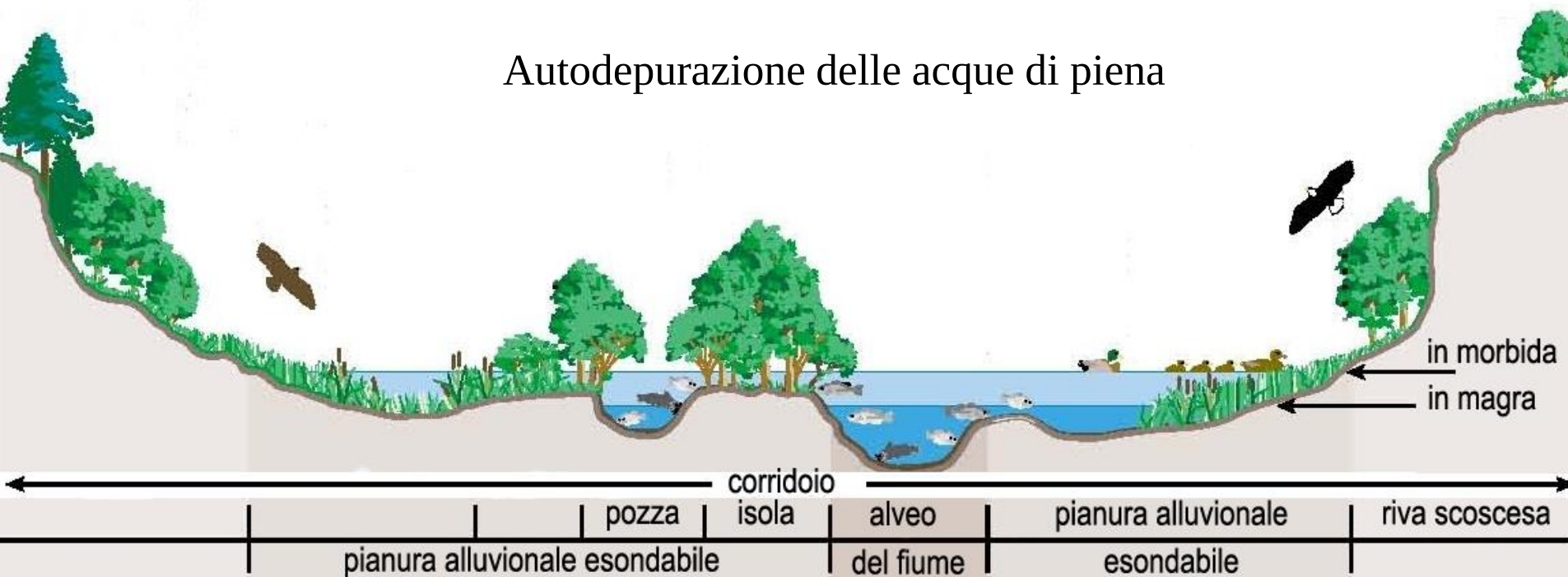
Biodiversità elevata: a) per il costante apporto di nutrienti per percolamento dal territorio nei periodi di magra, 2) durante le piene i nutrienti trasportati dalla massa d'acqua si depositano per l'attrito generato dalla vegetazione stessa



da Braioni et al., 2005, 2008 mod



Autodepurazione delle acque di piena

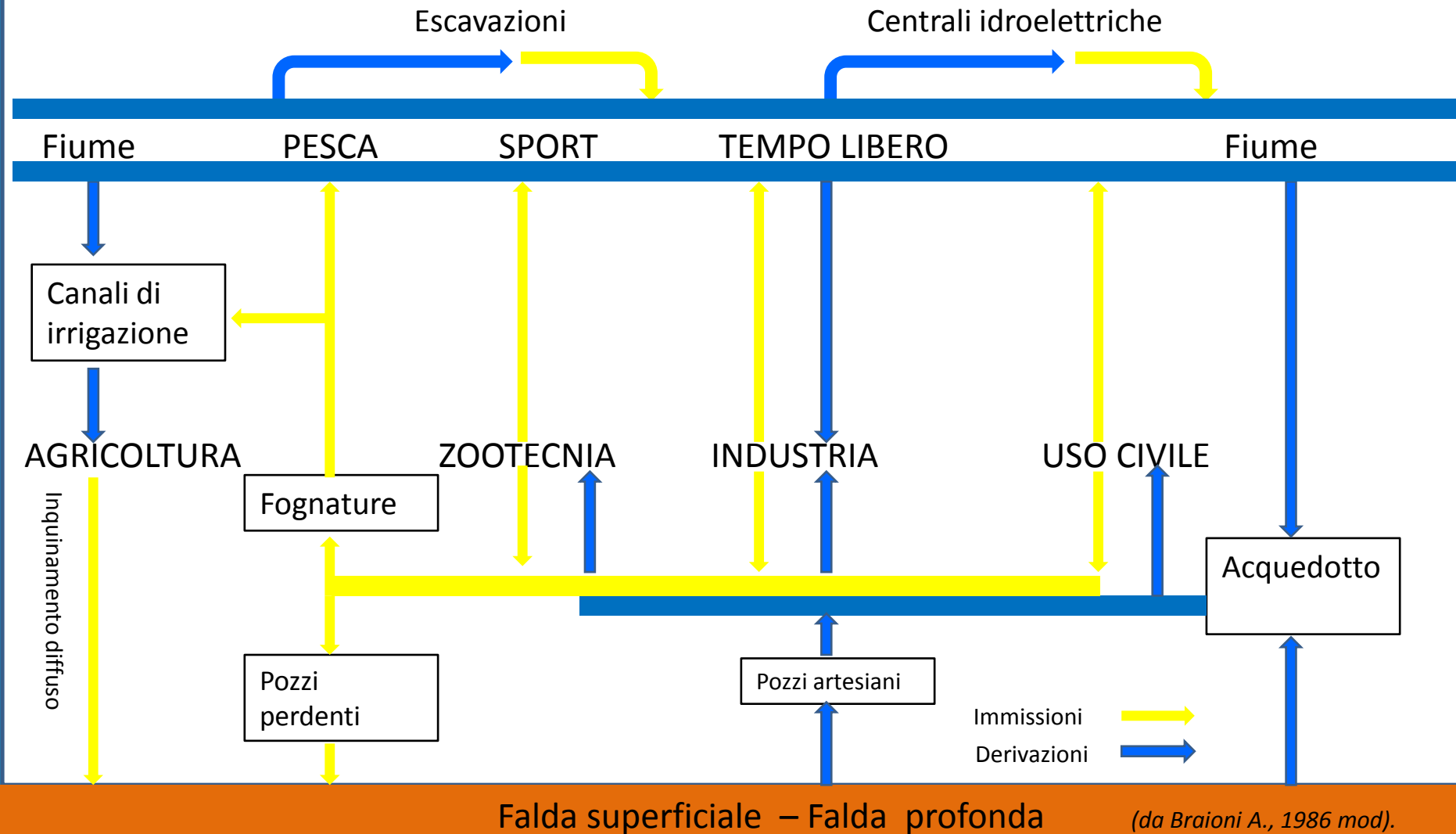


(da FISRWG, 1998 mod. Braioni pannello FAI giornate di primavera 2013)

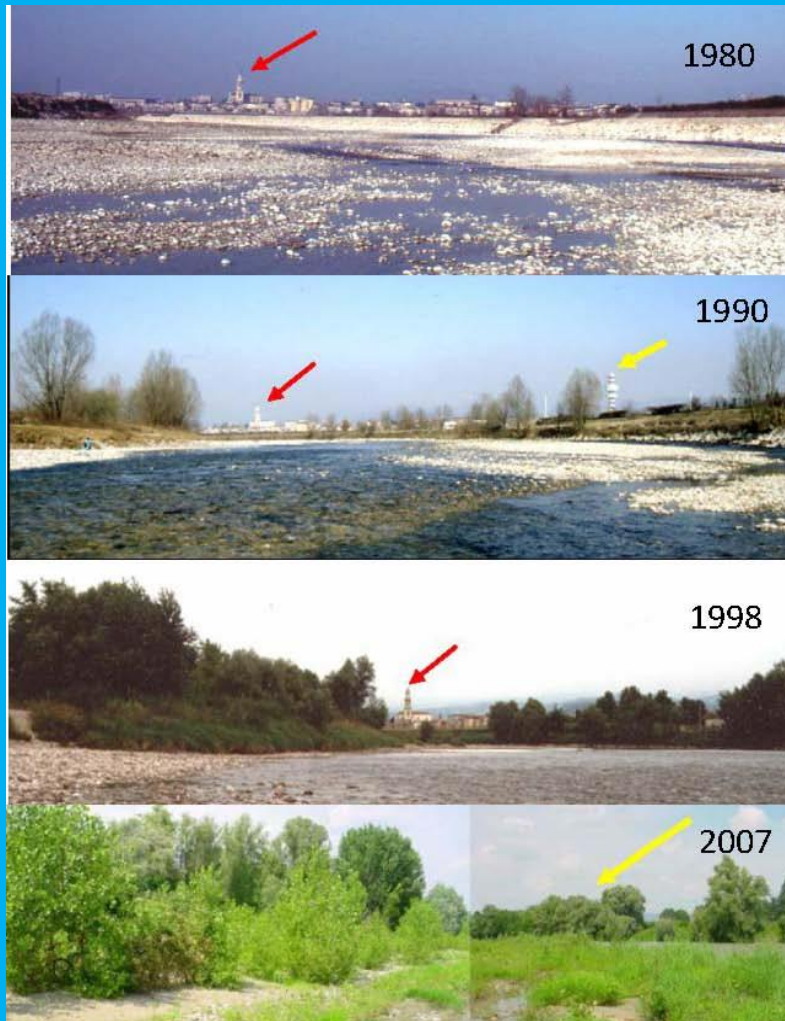
La biodiversità presente nell'alveo di magra (azzurro intenso) e nelle zone esondabili (azzurro chiaro) è adattata alle naturali variazioni di portata. Quando la massa d'acqua di piena esonda perde tutta la sua energia per l'ampliamento della sezione e l'attrito esercitato dalla scabrosità del suolo e della stessa vegetazione; i sedimenti particolati e fini trasportati dalla massa d'acqua si depositano e la biodiversità presente avvia i processi di demolizione in nutrienti e la loro assunzione-trasformazione nelle biomasse vegetali ed animali della rete ecologica, bioaccumulando anche gli eventuali inquinanti.

5. Dimensione: Influenza del sistema territorio

Uso dell'acqua del fiume e della falda



5. Dimensione: Influenza del sistema territorio



Esempio di autocostruzione da parte del fiume della biodiversità delle rive e delle aree riparie presente a monte (da Braioni *et al.*, 2005, 2008)



(foto Braioni)



(foto Braioni)

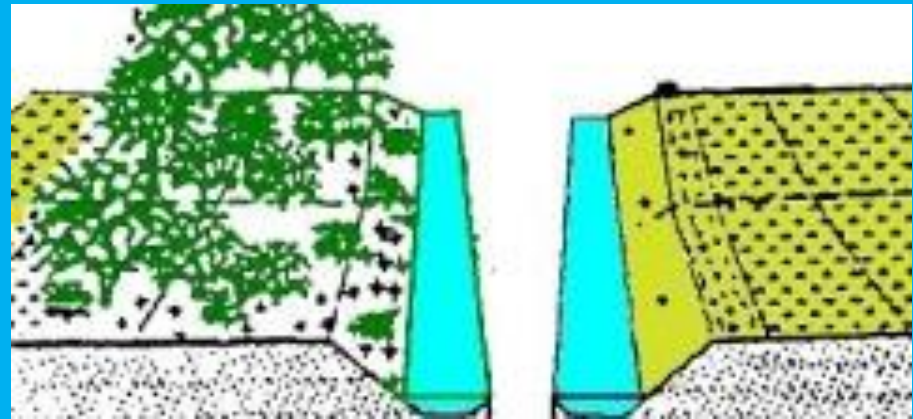
Distruzione della biodiversità con:

- 1) Escavazioni
- 2) Tagli indiscriminati della vegetazione
- 3) Uso diserbanti lungo gli argini

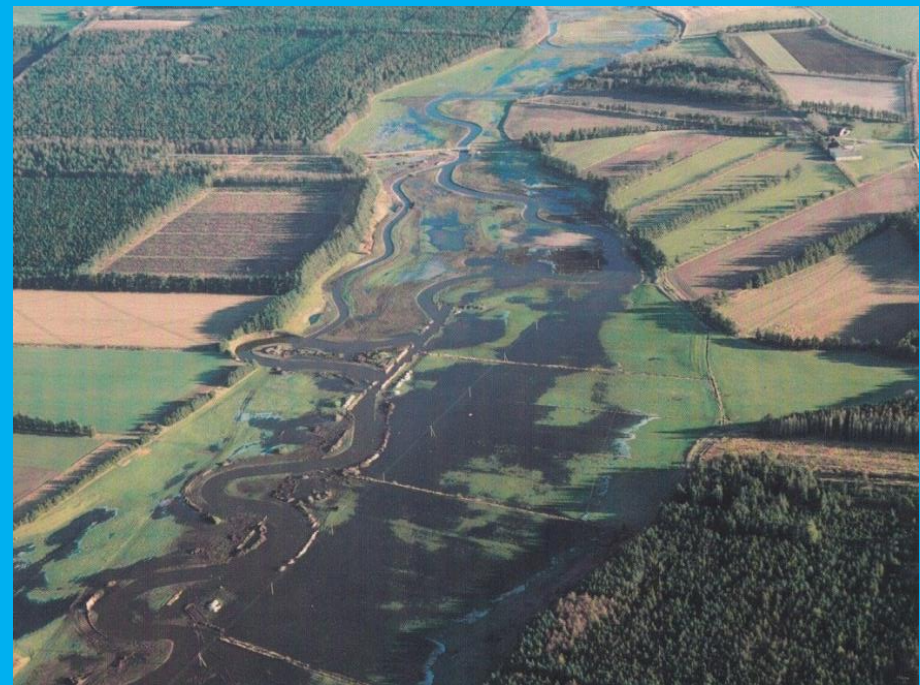
Integrazione delle politiche europee in funzione della tutela/ripristino

L'Unione Europea (2012) nella Comunicazione del 14.11.2012 n. 673 stabilisce che lo Stato Ecologico Buono di tutte le acque superficiali, sotterranee, salmastre e marine costiere può essere raggiunto nel 2015 (Direttiva 2000/60) solo integrando la politica delle acque con quelle di tutti gli altri settori quali, ad esempio:

- 1) la Politica Agricola Comune (PAC),
 - 2) le politiche sulle energie rinnovabili,
 - 3) la gestione integrata delle catastrofi,
 - 4) la difesa del paesaggio,
 - 5) il rilascio di un Deflusso Minimo Vitale,
 - 6) una nuova azione di natura legislativa
- Sottolinea inoltre come le Fasce tampone (aree vegetate frapposte tra le coltivazioni e il fiume, allagabili dal fiume in piena), contribuiscano a ridurre/evitare le esondazioni e a depurare le acque che arrivano al fiume dalle aree agricole e dalla sottostante falda, bioaccumulandone i nutrienti ed inquinanti.



Esempio di fascia tampone (da Braioni *et al.*, 2008. mod)



Rinaturalizzazione del F. Rind , Danimarca (da: N.E.R.I., 1996)

Tutela della Biodiversità

Uccelli selvatici
Dir. CE 79/409

Habitat, flora e fauna
selvatica Dir. CE 92/43 e
successive modifiche

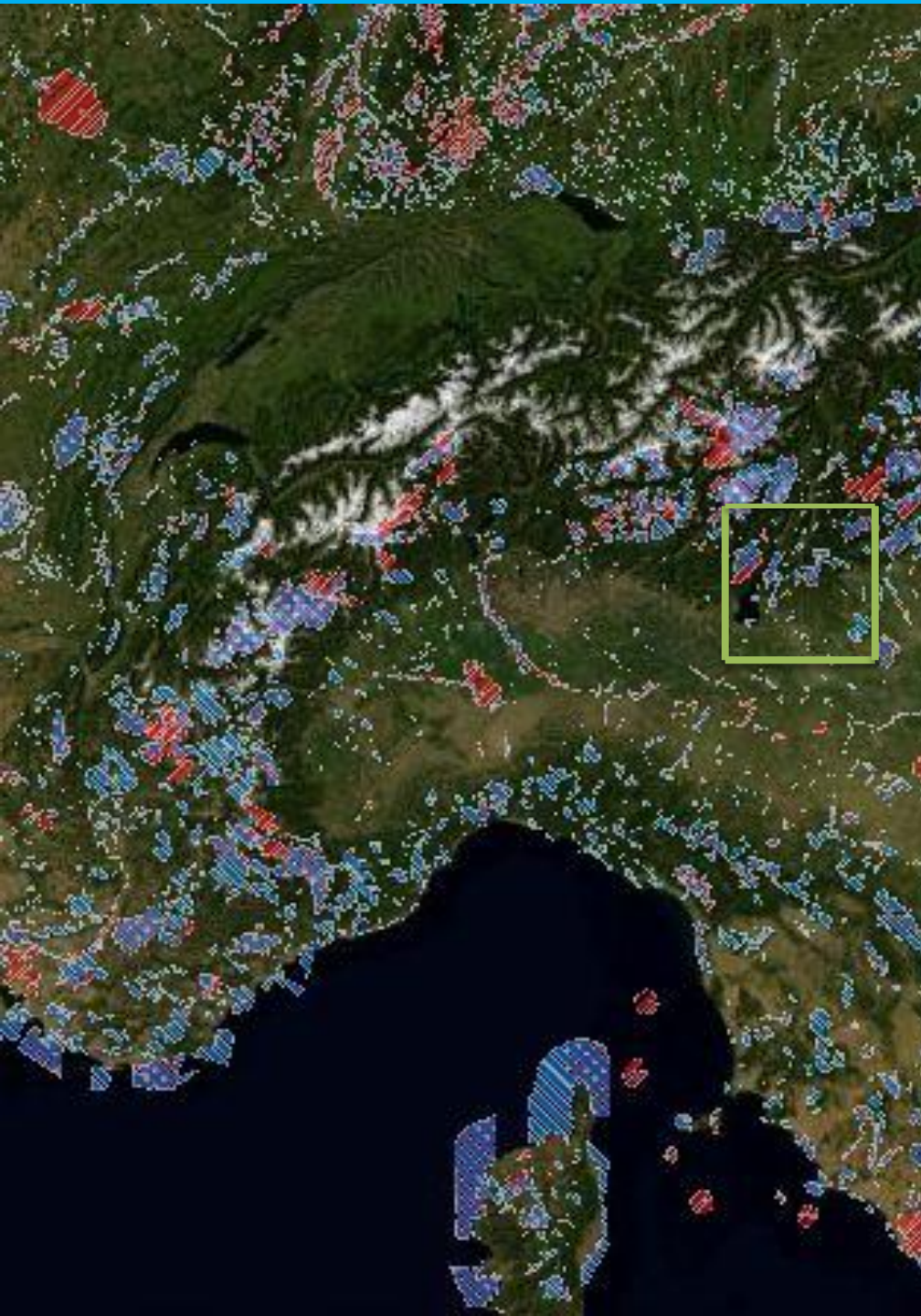
U.E. Rete Natura 2000
25.000 siti (900.000 km²)
e tutela 1000 specie

Zone di Protezione
Speciale (ZPS)

Siti di Importanza
Comunitaria (SIC)

SIC + ZPS a regime:
Zone Speciali di Conservazione

Rete Ecologica di aree protette per la conservazione della flora e della fauna. Nella Comunicazione n. 244 del 2011 l'Unione Europea ha definito la biodiversità *la nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale, da tutelare con una serie di azioni da attuare entro il 2020*



Il Parco dell'Adige «S. Ruffo» fa parte della Rete Natura 2000: il Piano ambientale di Ruffo e coll. (1993), aggiornato al 2007 unitamente alla valutazione integrata delle qualità (Braioni *et al.*, 2009) considera entrambi i SIC del F. Adige e il SIC Val Galina - Progno Borago strettamente ad essi connesso (Dall'O' coord., 2013)

Il Parco "S. Ruffo" e i SIC del Fiume Adige



La Direttiva 92/43 nell'art. 4 r 6 richiede che i SIC siano dotati di un Piano di gestione in funzione della loro tutela. Per i SIC dell'Adige il Piano doveva essere redatto nel 2003. Il Parco dell'Adige «S. Ruffo» come area protetta comunale comprendente l'Isola del Pestrino e i SIC dell'Adige IT3210042, a monte IT3210043 e il SIC IT3210012 Val Galina - Progno Borago. Il fiume e tutte queste aree dovevano essere inseriti nel Registro delle Aree Protette come richiesto dall'allegato IV della Direttiva 2000/60 punti 1 e 2.

Studi e ricerche funzionali alla tutela della biodiversità

La visione pentadimensionale dell'ecosistema fluviale e la complessità degli usi e degli impatti richiedono l'applicazione di metodi e ricerche interdisciplinari e transdisciplinari funzionali ad evidenziare la perdita di biodiversità, valutarne le cause, monitorare l'intrusione delle specie invasive e i conseguenti danni ecologici ed economici. In questi studi e ricerche centrale è tutt'ora il ruolo del Museo Civ. St.

nat. Verona così come lo è stato nel passato sotto la guida del prof. S. Ruffo, nell'incrementare le Collezioni, le Banche dati delle specie locali, italiane ed europee,

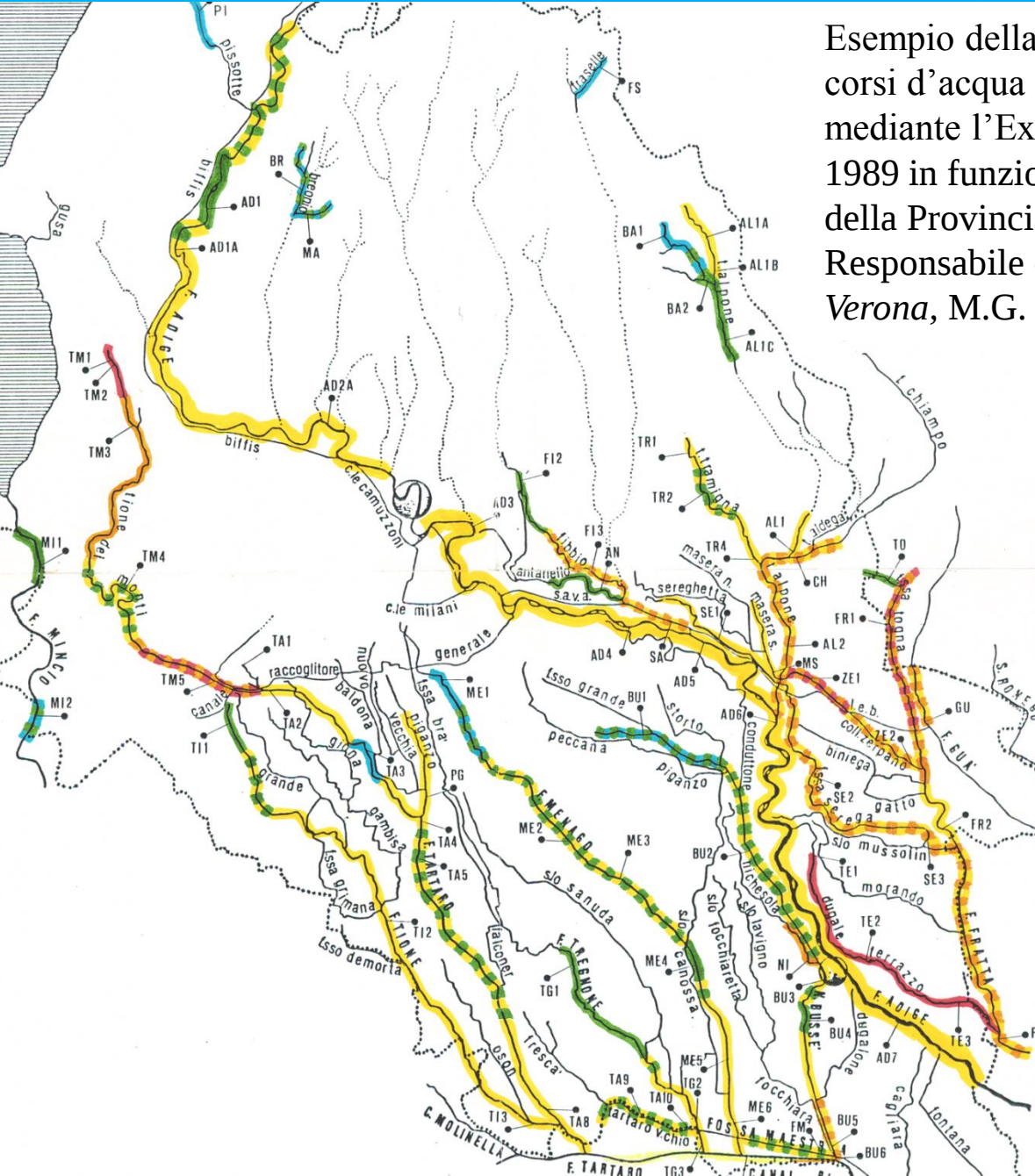
(<http://ec.europa.eu/environment/nature/indexen.htm>;

www.miniambiente.it), i manuali per il riconoscimento delle specie (CNR AQ1-29), incentivare allo studio i giovani naturalisti (Dall'O', 2013).



Siepi in primavera (Villa Guardini): SIC Val Galina - Progno Borago (IT3210012)
(Foto R. Bombieri)

Esempio della Carta della QUALITA' BIOLOGICA dei corsi d'acqua della Provincia di Verona rilevata mediante l'Extended Biotic Index nel periodo 1987-1989 in funzione della definizione della Carta Ittica della Provincia di Verona (Campaoli, Braioni, 1990) Responsabile della ricerca S. Ruffo, *Museo St. nat., Verona*, M.G. Braioni, *Dip. Biologia, Univ. Padova*



Classi di qualità

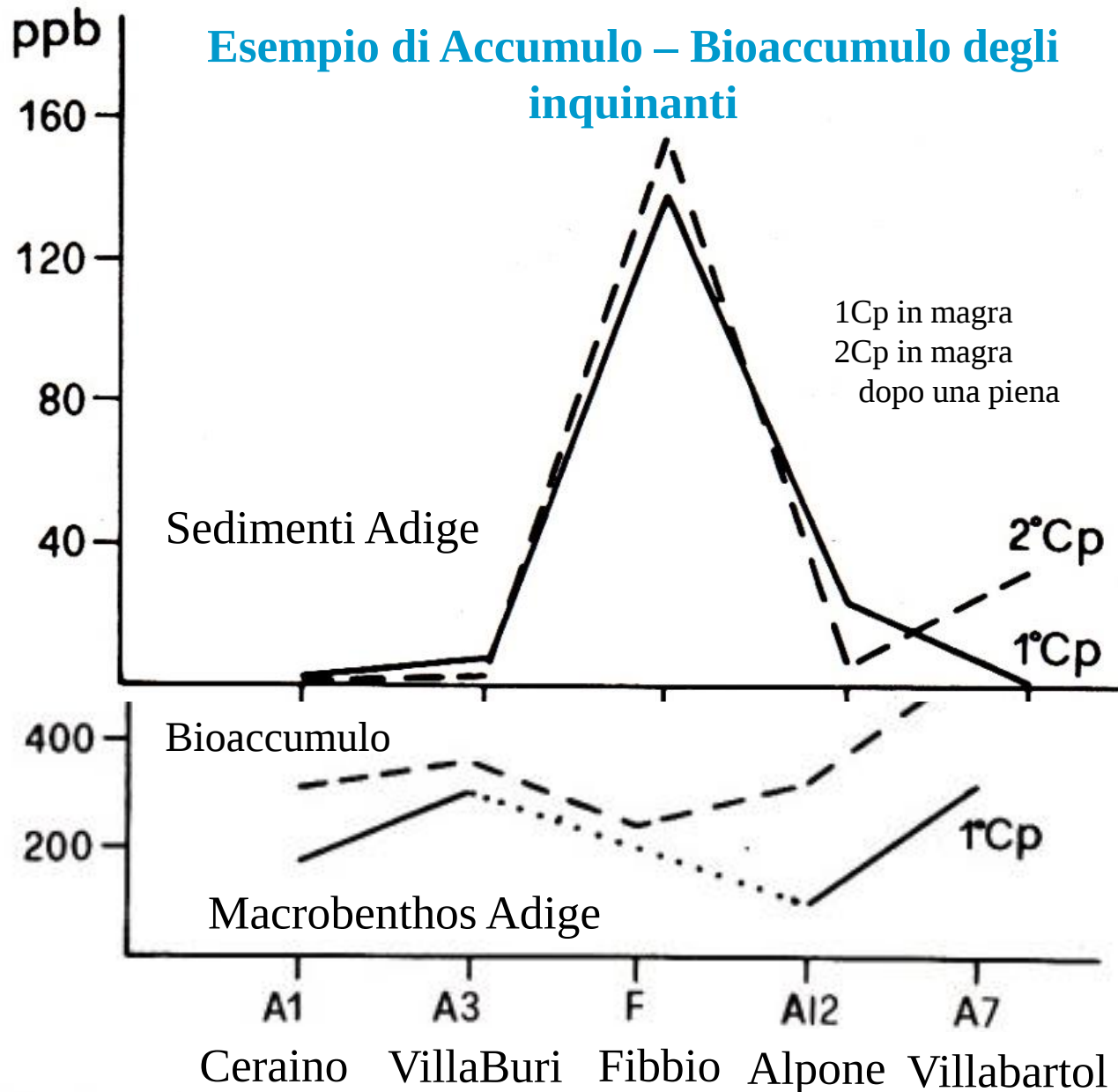
- Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile
- Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento
- Ambiente inquinato
- Ambiente molto inquinato
- Ambiente fortemente inquinato
- Condizioni intermedie tra classi

(Campaoli *et al.*, 1994)

Inquinanti nelle acque, sedimenti e biota.

I metalli pesanti come il Cromo i composti organo-clorurati come i PCB scaricati nelle acque del fiume possono depositarsi e legarsi ai sedimenti fini e alla sostanza organica presente nei sedimenti dell'alveo fluviale ed entrare nella catena alimentare bioaccumulandosi nella fauna macrobenthonica, primo anello della catena alimentare dell'ittiofauna e dell'uomo.

Sulla qualità ambientale delle acque, sull'utilizzo sostenibile dei pesticidi, sull'immissione dei fitofarmaci sul mercato si rimanda alle Dir. e Reg. CE: 2008/105, 2009/90, 2009/128, 1107/2009.



Concentrazioni di PCB rinvenute 1) nei sedimenti dell'Adige e degli affluenti Fibbio ed Alpone in magra e in magra dopo una piena, 2) nella fauna macrobenthonica (Duzzin *et al.*, 1986, mod.)

Indicatori e Indici interdisciplinari e transdisciplinari necessari per la valutazione integrata dell'ecosistema fluviale (Braioni *et al.*, 2005, 2008, 2009, 2012)

Territorio-Corridoio fluviale

Indice Naturalessa della Vegetazione (IVN) (Pizzolotto, Brandmayer, 1996, Qualità degli Ecotoni (Ferrari, 2004), Environmental Landscape Index (ELI) (Braioni *et al.*, 2008)

Rive-Ecotono ripario

Indice di Funzionalità fluviale (IFF)(APAT 2007)
Wild State Index (WSI) (Braioni *et al.*, 2008)
Buffer Strip Index (BSI) (Braioni *et al.*, 2008)

Portata – Area disponibile

PHABSIM (USGS, 2001),
CASIMIR (SJE and LWW, 2006)

Alveo-Ambiente acquatico

Quantitative Habitat Evaluation Index (QHEI) (EPA 2006)

Fauna ittica

Stato ecologico delle Comunità ittiche (ISECI) (Zerunian, 2004, 2007)

Macrozoobenthos: Indice Biotico Esteso (IBE) (Ghetti, 1997)
Indice trofico-funzionale (Merrit % Cummins, 1988) Diversità (H', Hmax, J,D) , Densità e Biomassa (Johnston & Cuniak, 1999) Colonizzazione –Decomposizione sostanza organica, Colonizzazione dei Substrati inorganici (Braioni *et al.*, 2005)

Diatomee e macrofite: Indice EPI-D per le diatomee (APAT, 2004); Indice macrofitico (IBMR, 2003)

(da Braioni *et al.*, 2012 mod.)

Se si desidera approfondire

- AAVV, 1977-1985. Guide per il riconoscimento delle specie italiane delle acque interne. *Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) Collana del Progetto Finalizzato «Promozione della Qualità dell'Ambiente»* 1-29 volumi. (Biblioteca Museo)
- Benetti G., De Franceschi P., Zanetti A., 1992. La vita sulle rive. Etsch Adige: il fiume, gli uomini, la storia. *Cierre Ed.*: 107-124 (Biblioteca Museo).
- Bianchini F., Curti L., Di Carlo F., Minuzzo L., 1998. Carta della vegetazione e dell'uso del territorio del Comune di Verona. *Memorie Museo Civ. St. Nat. Verona. Scienze della vita* n.12 (Biblioteca Museo).
- Braioni A., 1986. Aspetti e problemi dell'antropizzazione nel tratto veronese del Bacino idrografico dell'Adige. *Mem., Museo civ. St. nat. Verona (II ser.), Sez. Biologica*, 6, 1986: 5-55. (Biblioteca Museo)
- Braioni M.G., Centurioni M.C., Penna G., 1981. 6.7. La fauna interstiziale iporreica. In M. Zunica (a cura di) *Il territorio della Brenta. Provincia di Padova-Università di Padova*: 223-227.
- Braioni M.G., Ruffo S., 1986. Ricerche sulla qualità delle acque dell'Adige. *Mem. Museo civ. St.nat.Verona, Sez. Scienze della vita (A. Biologica)*, 6: 1-341 (Biblioteca Museo)
- Braioni M.G., Sambugar B., 1992. La vita nel fiume. In: Etsch Adige: il fiume, gli uomini, la storia. *Cierre Ed.*: 99-106 (Biblioteca Museo)
- Braioni M.G., 1994. Faunistic research in a fluvial ecosystem study: the case of the River Adige. *Boll. Zool*, 61: 415-424 (Biblioteca Museo)

- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2005. Valutazione integrata del sistema Fiume-Corridoio fluviale mediante Indici ambientali e paesaggistici: i casi studio Adige e Cordevole. *Associazione Analisti Ambientali*, QVA Studi n.2 (CD ROM).
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2008. Gli Indici complessi WSI, BSI, ELI., strumenti per il monitoraggio integrato e per il governo dei corridoi fluviali. Manuale di applicazione. QVA strumenti e applicazioni. *Associazione Analisti Ambientali*, n.6 CD ROM.
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., Villani MC., 2009. Tutela e fruizione, un binomio possibile: il sistema F. Adige-corridoio fluviale nel Comune di Verona. *Atti Convegno Lincei VIII Giornata Mondiale dell'Acqua: Acque interne in Italia: Uomo e Natura (28 marzo 2008)* Roma Scienze e Lettere Ed. Commerciale: 291-300 (Biblioteca Museo).
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2012. Valutazione integrata delle complessità ecosistemiche, naturalistiche e paesaggistiche – ambientali del sistema fiume – corridoio fluviale dell'Alto Sarno-Solofrana. *Valutazione ambientale*, 15: 9-15
- Braioni M.G., Braioni A., Salmoiraghi G., 2012. 2. Il capitale naturale nel mosaico degli habitat acquatici: valutazione integrata mediante indicatori biologici, ecologici e paesaggistici. In M. Ercolin (a cura di) *Acqua| Luoghi| Paesaggi| Territori. Aracne ed.:* 57-78
- Braioni M.G., 2013. L'Ambiente fluviale Bene comune. *Giornate di primavera del FAI*. Pannello
- Campaioli, Braioni M.G., 1990. Mappaggio Biologico di qualità dei corsi d'acqua. In: *Carta Ittica dei Corsi d'acqua della Provincia di Verona. Provincia di Verona, Settore Caccia e Pesca – Dip. Biologia Univ. Padova, Museo civ. St. Nat. Verona.*
- Campaioli S., Ghetti P.F., Minelli A., Ruffo S., 1994. Manuale per il riconoscimento dei macro invertebrati delle acque dolci italiane. Vol. I, II *Prov. Aut. Trento Ed.* (Biblioteca Museo).

- CEE, 1979. Dir.79/409/ 2 aprile 1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- CEE, 1992. Dir.92/43/ 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, e successive modifiche
- C.E., 2000. Dir. 2000/60 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro di azione comune in materia di acqua.
- C.E., 2008. Dir. 2008/105/ del 16.12.2008 relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/, 83/513/, 84/156/, 84/491/,86/280/2000/60/CE
- C.E., 2009. Regolamento N. 1107/2009 del Parlamento europeo e del Consiglio del 21.10. 2009 relativo all'immissione sul mercato dei prodotti fitosanitari e che abroga le direttive del Consiglio 79/117/CEE e 91/414/CEE
- C.E., 2009. Dir. 2009/128/ del 21 ottobre 2009 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi
- C.E., 2009. Direttiva 2009/90/ della Commissione del 31 luglio 2009 che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque
- Commissione Europea, 2006. COM (2006) 216 def.. Arrestare la perdita di biodiversità entro il 2010 e oltre. Sostenere i servizi ecosistemici per il benessere umano.
- Commissione Europea, 2011. COM (2011) 244 def. al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni: La nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale: strategia dell'UE sulla biodiversità fino al 2020

- Commissione Europea, 2012. COM (2012) 673 al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale, al Comitato delle Regioni. Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee
- Dall'O' M. (Coord. del Progetto), 2013. Osservazioni naturalistiche nel SIC «Val Galina e Progno –Borago», WWF Verona con il contributo CSV Centro Servizio per il Volontariato della Provincia di Verona: *Cierre Ed.*(Biblioteca Museo)
- Duzzin B., Pavoni B., Donazzolo R., 1986. 4. Aspetti chimici. II Contaminazione da metalli pesanti, DDT e PCB nel tratto veronese del fiume Adige e nei suoi affluenti Fibbio e Alpone. In: Ricerche sulla qualità delle acque dell'Adige. *Mem. Museo civ. St.nat.Verona, Sez. Scienze della vita (A. Biologica)*: 97-124 (Biblioteca Museo)
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG), 1998. Stream Corridor Restoration. Principles, Processes, and Practices.
- Miliani L.,1937. Le piene dei fiumi veneti. L'Adige. R. Acc. Naz. Lincei, Ed. *Le Monnier* Firenze (Biblioteca Museo).
- National Environmental Research Institute (N.E.R.I.) , Ministry of Environment and Energy, 1996. River Restoration – Danish experience and examples *Hans Ole Hansen Ed.*
- Pinay G., Decamps H., Chauvet E., Fustec E., 1990. Functions of ecotones in fluvial systems. In: Naiman R.J., Decamps H., 1990. The Ecology and Management of aquatic-terrestrial ecotones. *Man and Biosphere Series*, 4:141-169.
- Ruffo S., Braioni A., Sambugar B., 1993. Piano ambientale del Parco urbano dell'Adige nel Comune di Verona. Relazione conclusiva. *Comune di Verona*