



SETTIMANA NAZIONALE  
DELLA BONIFICA E DELL'IRRIGAZIONE

# DEFLUSSO ECOLOGICO 01.01.2022 EMERGENZA PER UN TERRITORIO

Giovedì 30 SETTEMBRE 2021  
ore 14.00 – 18.30



## Ecoidraulica: valutare l'habitat fluviale per quantificare i regimi di deflusso Ecologico

Prof. Guido Zolezzi – [guido.zolezzi@unitn.it](mailto:guido.zolezzi@unitn.it) - Università di Trento



25 settembre • 3 ottobre 2021

TerrEvolute  
FESTIVAL DELLA BONIFICA

SETTIMANA NAZIONALE  
DELLA BONIFICA E DELL'IRRIGAZIONE

## In questa presentazione

- 1) Il concetto di deflusso ecologico
- 2) Il Decreto nazionale e le linee guida distrettuali prevedono l'uso di metodi idraulico – habitat per la valutazione dei deflussi ecologici
- 3) “Eco-idraulica”: la scienza alla base dei metodi idraulico - habitat
- 4) In cosa consiste la valutazione dell'habitat fluviale → sperimentazione su Piave e Brenta
- 5) Conclusioni: verso un (nuovo) equilibrio



# Gli ecosistemi fluviali, ripari e in parte anche terrestri sono adattate nei secoli alla naturale **variabilità temporale** delle portate (liquide e solide - sedimento)

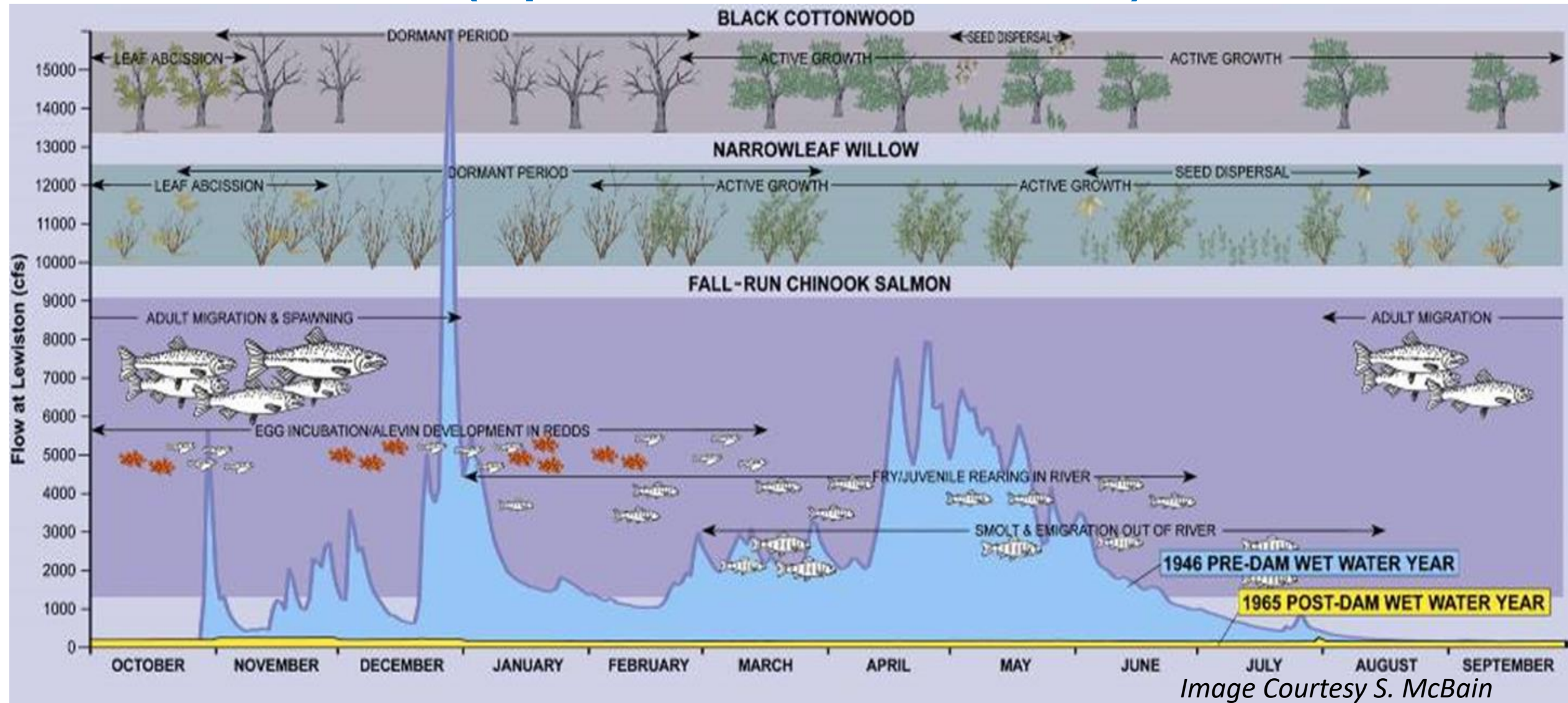


Image Courtesy S. McBain

La regolazione delle portate da parte dell'uomo modifica, a volte radicalmente, gli equilibri dell'ecosistema

→ l'ecosistema è dinamico e risponde, a volte in modo irreversibile

**Deflusso ecologico:** quanta acqua devono rilasciare le derivazioni idriche, e in che modulazione nel tempo, per garantire un «**buono stato ecologico**»

**STATO ECOLOGICO** = insieme delle condizioni chimico/fisiche + idromorfologico + biologiche (DIRETTIVA ACQUE UE 2000/60)

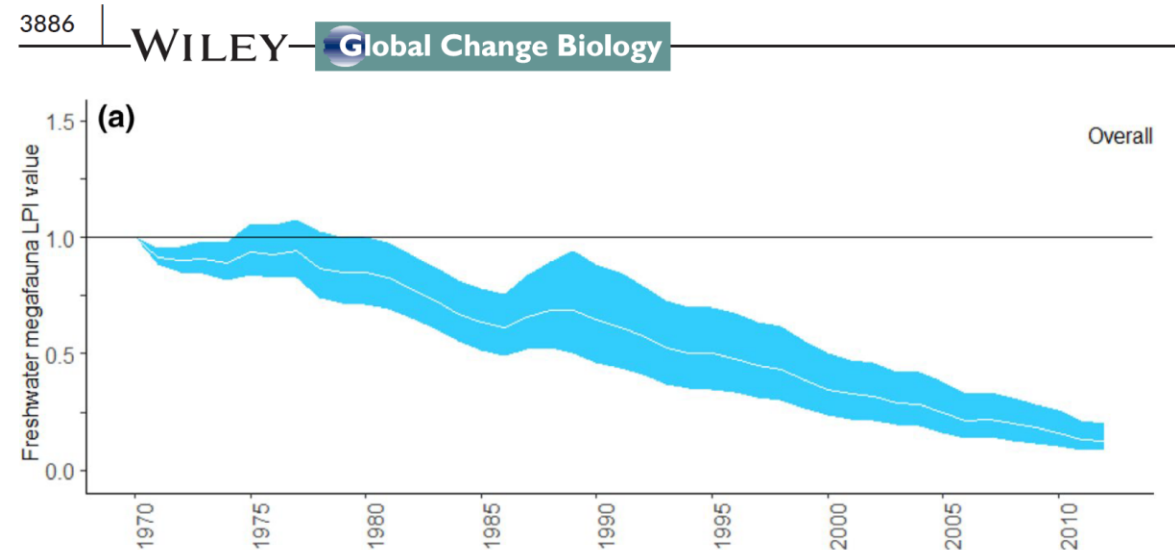
# Non solo derivazioni idriche ... più in generale: ALTERAZIONI IDRO – MORFOLOGICHE nei corsi d'acqua

Idro = idrologiche, idrauliche Morfologiche = forma dell'alveo

Sono di tipo sia **strutturale** (dighe, traverse, difese di sponda, opere di presa) che **operative** (regolazione dei rilasci, delle restituzioni idriche, operazioni di pulizia degli invasi artificiali dal sedimento accumulato)



A livello mondiale, negli ultimi 50 anni abbiamo perso il 90% della «megafauna» presente nelle acque dolci

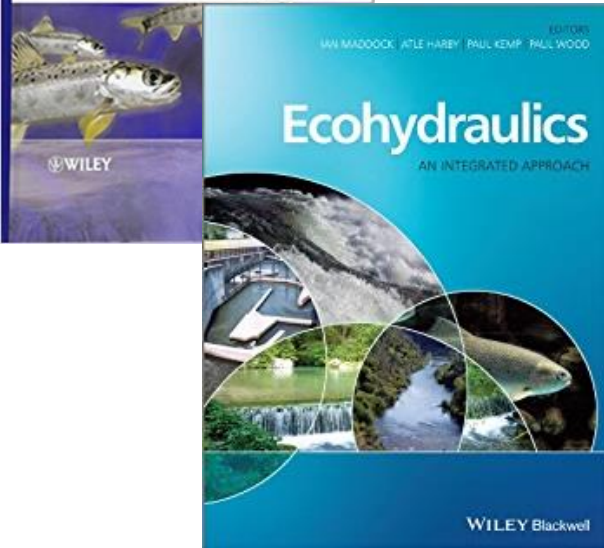
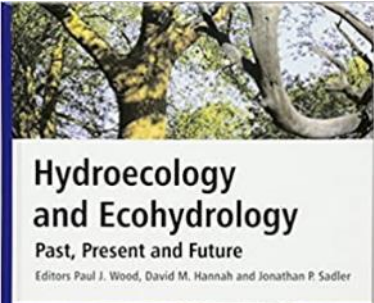


Possiamo PREVEDERE come e quanto cambia lo stato dell'ecosistema fluviale e ripario se cambiamo la quantità d'acqua rilasciata da una derivazione idrica ?

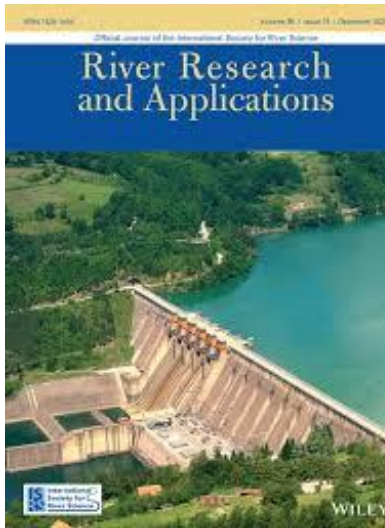
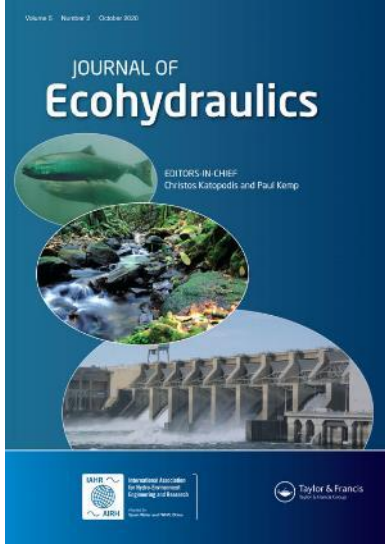
# Si, grazie all' «Ecoidraulica»: una giovane disciplina all'interfaccia fra l'idraulica fluviale e l'ecologia

Riviste scientifiche

- Testi



- Conferenze



# L'Ecoidraulica è alla base dei Metodi «idraulico-habitat»

unisce le proprietà quantitative delle scienze fisiche e dell'ingegneria (**idraulica, idrologia, geomorfologia**) con le conoscenze ecologiche (statistica)



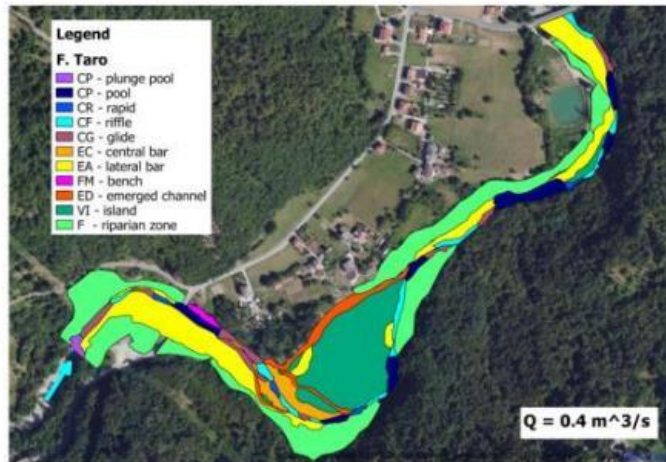
IH	Classe
$IH \geq 0.80$	High
$0.60 \leq IH < 0.80$	Good
$0.40 \leq IH < 0.60$	Moderate
$0.20 \leq IH < 0.40$	Poor
$IH < 0.20$	Bad



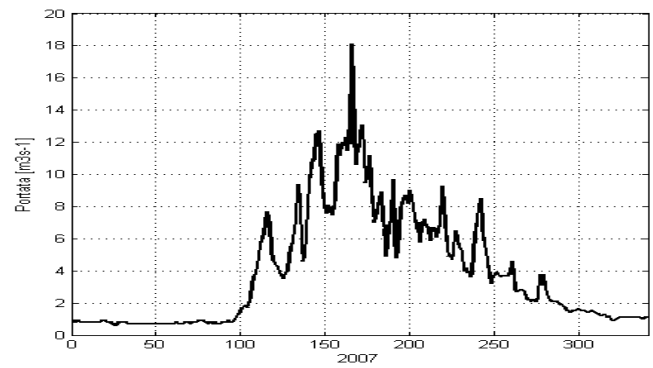


# Metodi idraulico-habitat: ecologia; idraulica; geomorfologia; idrologia

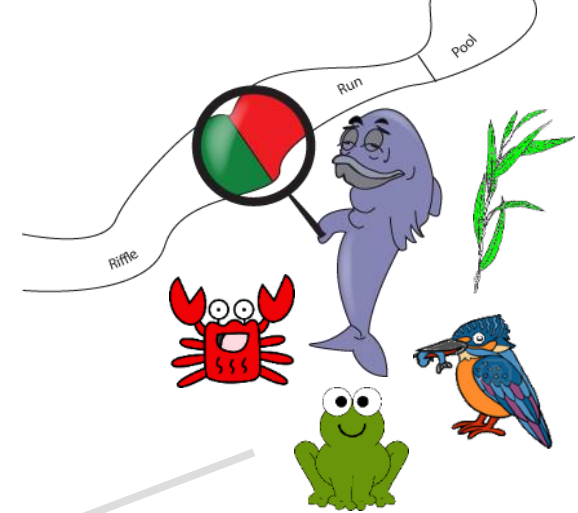
**Geomorfologia:**  
**Descrizione**  
**idromorfologica e**  
**ambientale degli habitat**



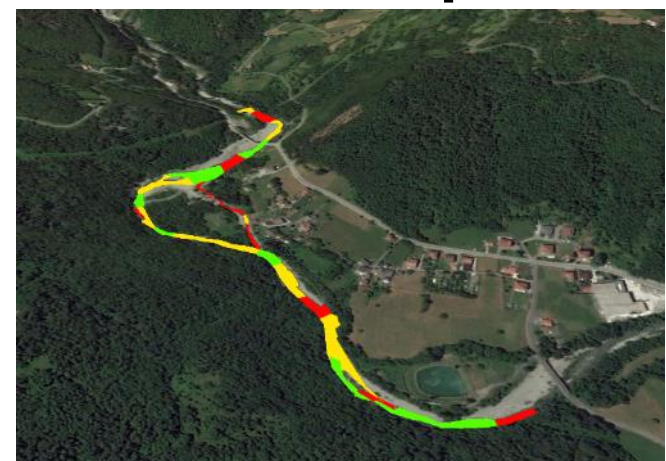
**Idrologia: regime delle**  
**portate "naturale" e**  
**"alterato"**



**Biologia/ecologia:**  
**preferenze delle specie**  
**di interesse**



**Risultato: Variazione**  
**habitat nello spazio e**  
**nel tempo**



**Risultato gestionale: Indice**  
**di integrità di habitat**

IH	Classe
$IH \geq 0.80$	High
$0.60 \leq IH < 0.80$	Good
$0.40 \leq IH < 0.60$	Moderate
$0.20 \leq IH < 0.40$	Poor
$IH < 0.20$	Bad

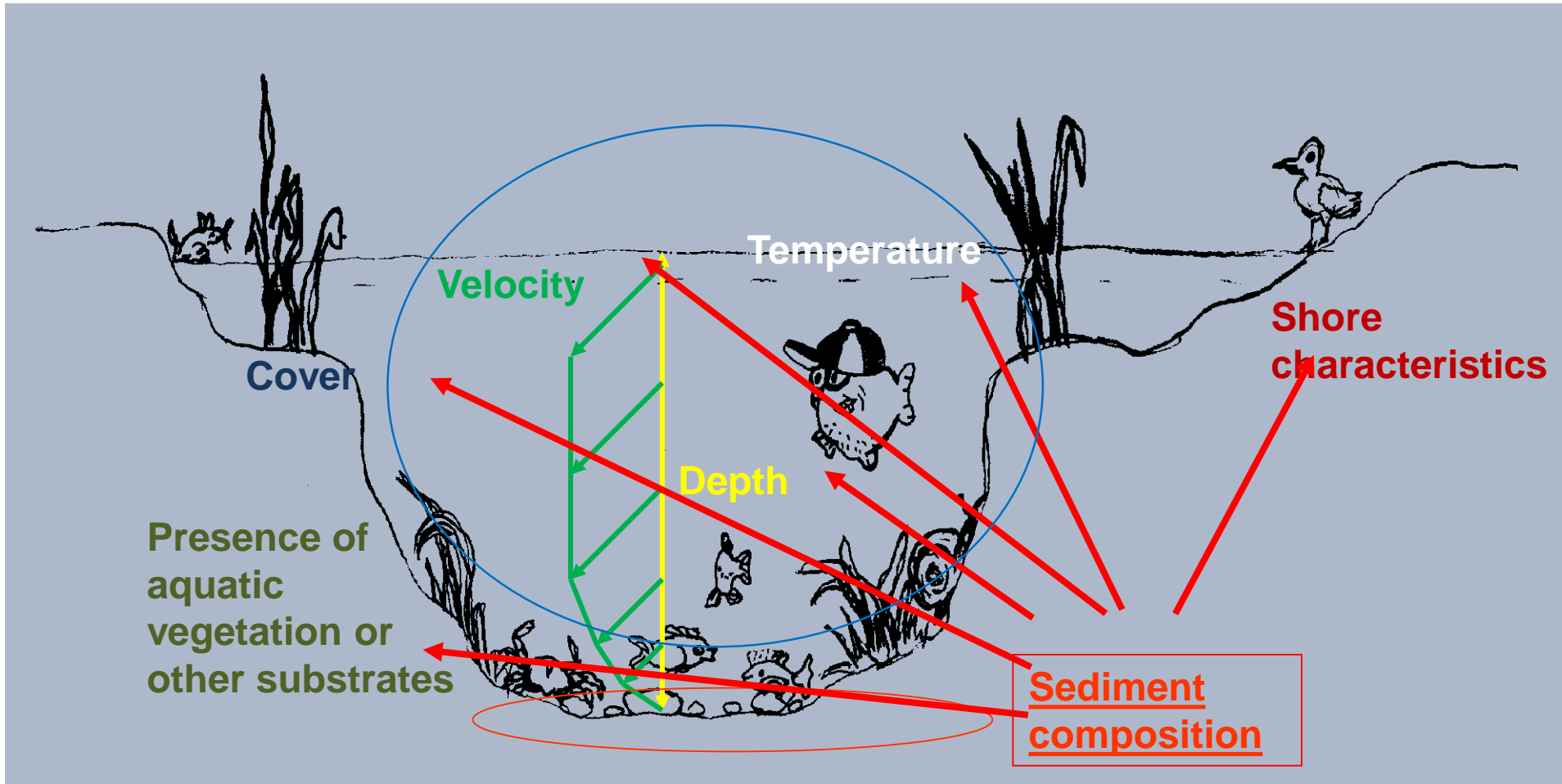
**ANALISI**  
**SCENARI**

**→ Deflusso**  
**Ecologico**

# Metodi idraulico - habitat: 5 concetti chiave

- 1. È possibile simulare serie di portata alterate da una o più derivazioni, cambiando il regime di rilascio (“Deflusso ecologico”)**
- 2. È possibile quantificare (in modo statistico) le preferenze di habitat delle specie biologiche, monitorandone l’uso degli habitat e descrivendo (statisticamente) i parametri ambientali degli habitat stessi**
- 3. Nella descrizione dell’habitat è fondamentale scegliere una scala spaziale che sia coerente da un punto di vista ecologico e morfologico**
- 4. È possibile realizzare una curva “habitat – portata” (scala di deflusso di habitat) a scala di tratto fluviale, che tiene conto della morfologia e della diversità di ambienti ad essa associati**
- 5. È possibile trasformare le serie temporali di portata in serie temporali di habitat le quali, analizzate statisticamente in ottica ecologica, possono fornire degli indici di Habitat classificabili in classi di qualità**

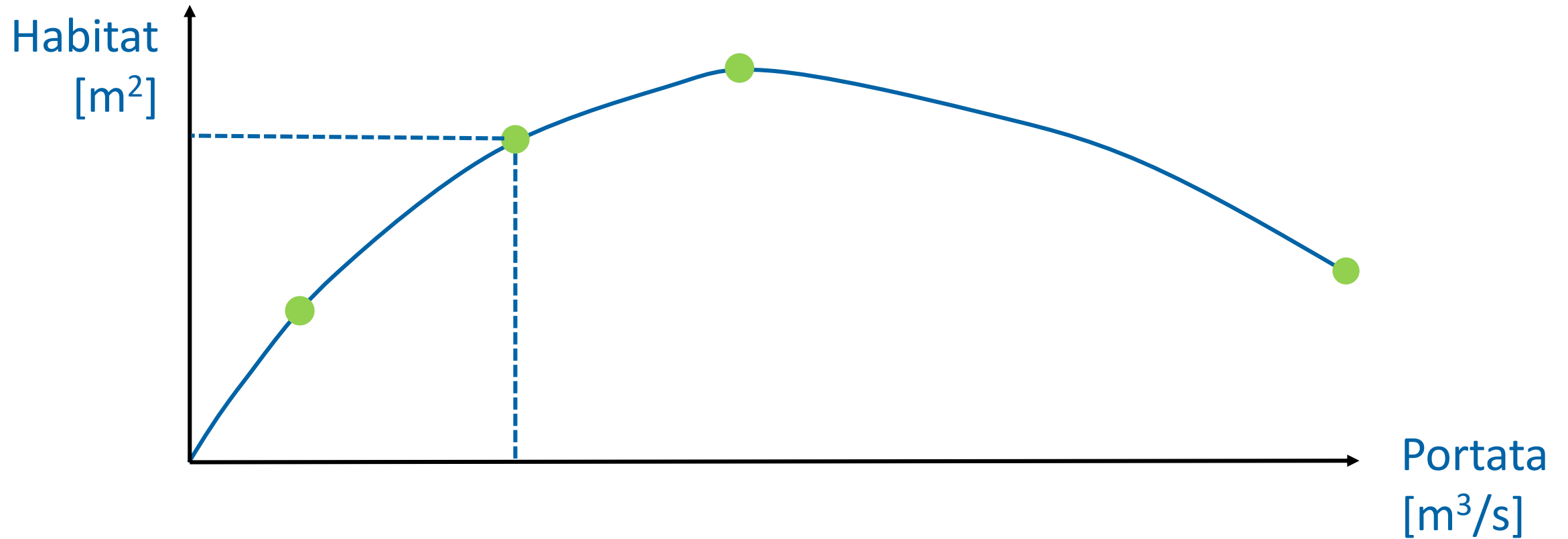
**Concetto (2)** L'habitat è definito da una serie di caratteristiche ambientali (fisiche, chimiche, biologiche) che sono misurabili e correlabili in modo statistico alle "preferenze" da parte delle specie di interesse



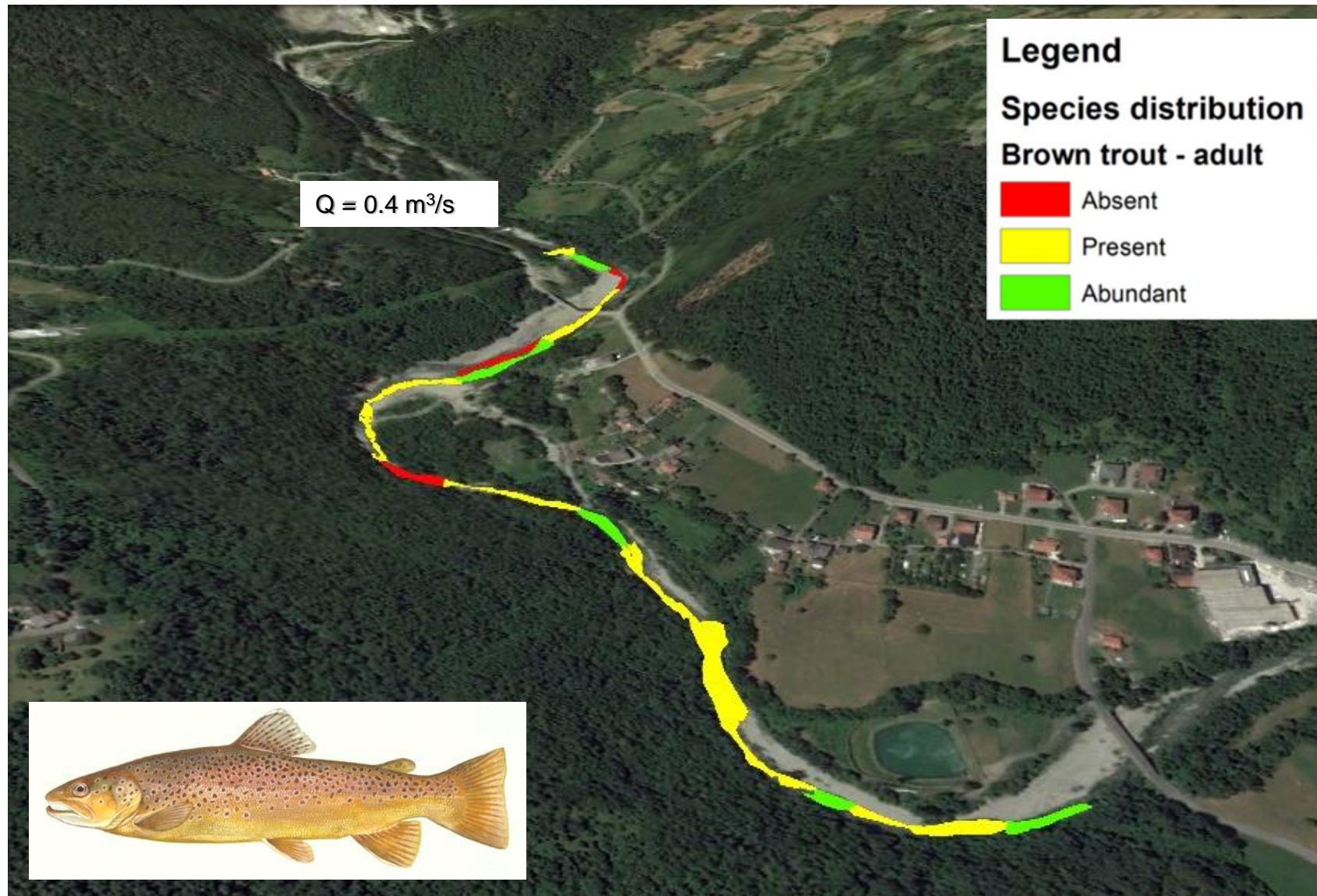
**Concetto (2)** Queste caratteristiche (“descrittori ambientali”) possono essere misurate e correlate a quanti e quali individui usano un certo habitat (**assenti**, **presenti**, **abbondanti**)



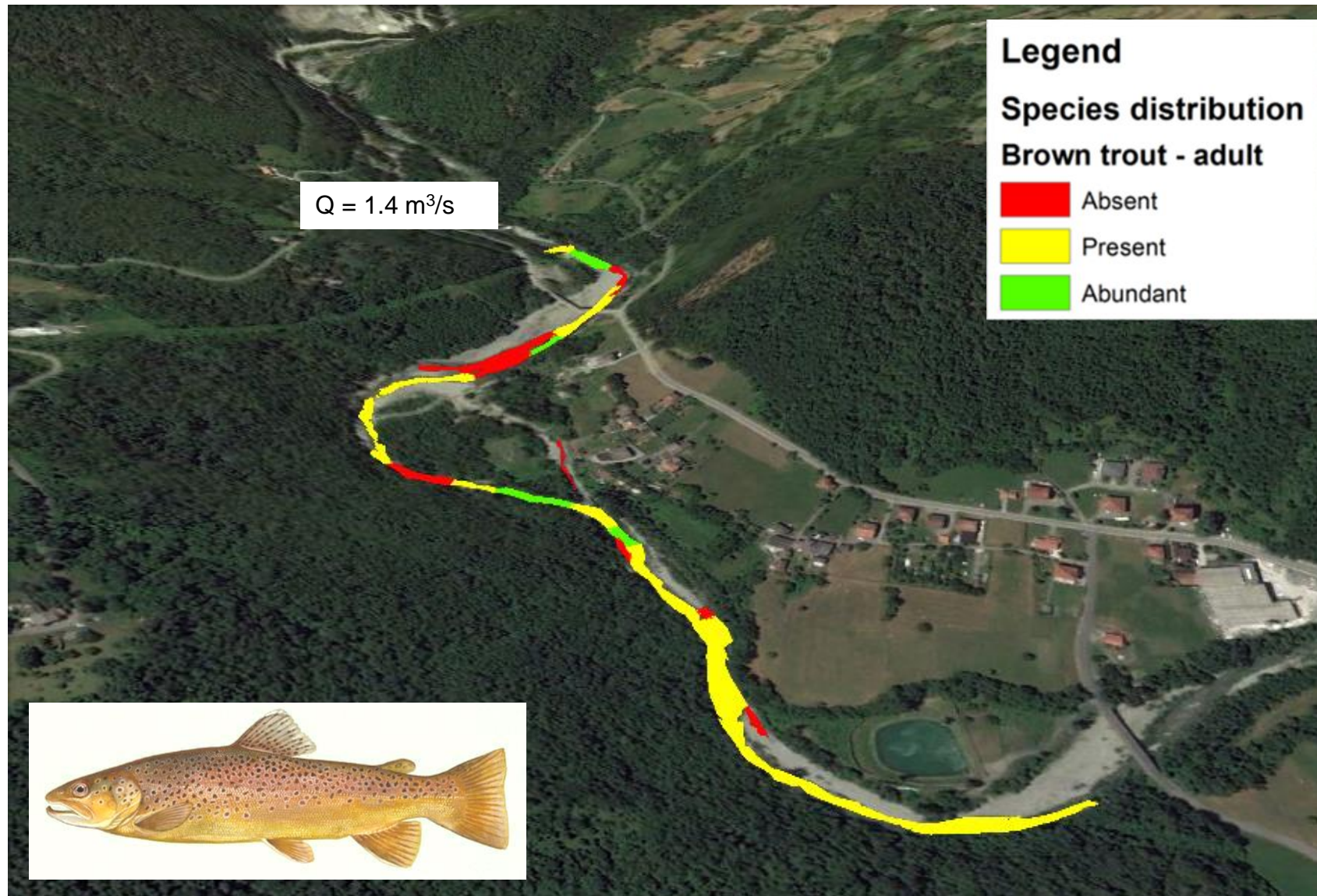
# Concetto (4): curva “habitat – portata” (.. scala di deflusso dell’habitat disponibile)



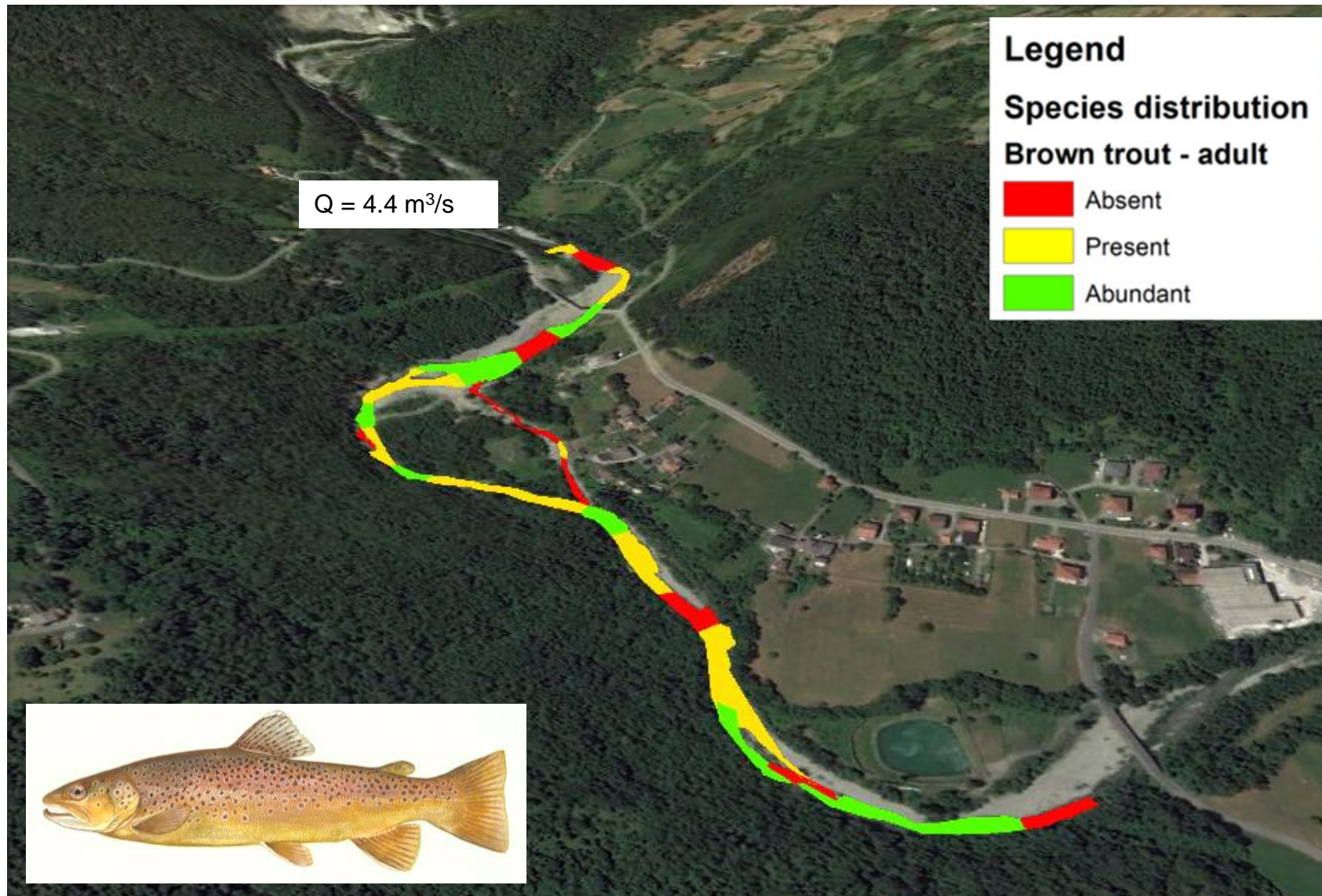
# Distribuzione dell'habitat nello spazio, **400** litri /secondo



# Distribuzione dell'habitat nello spazio, **1400** litri /secondo

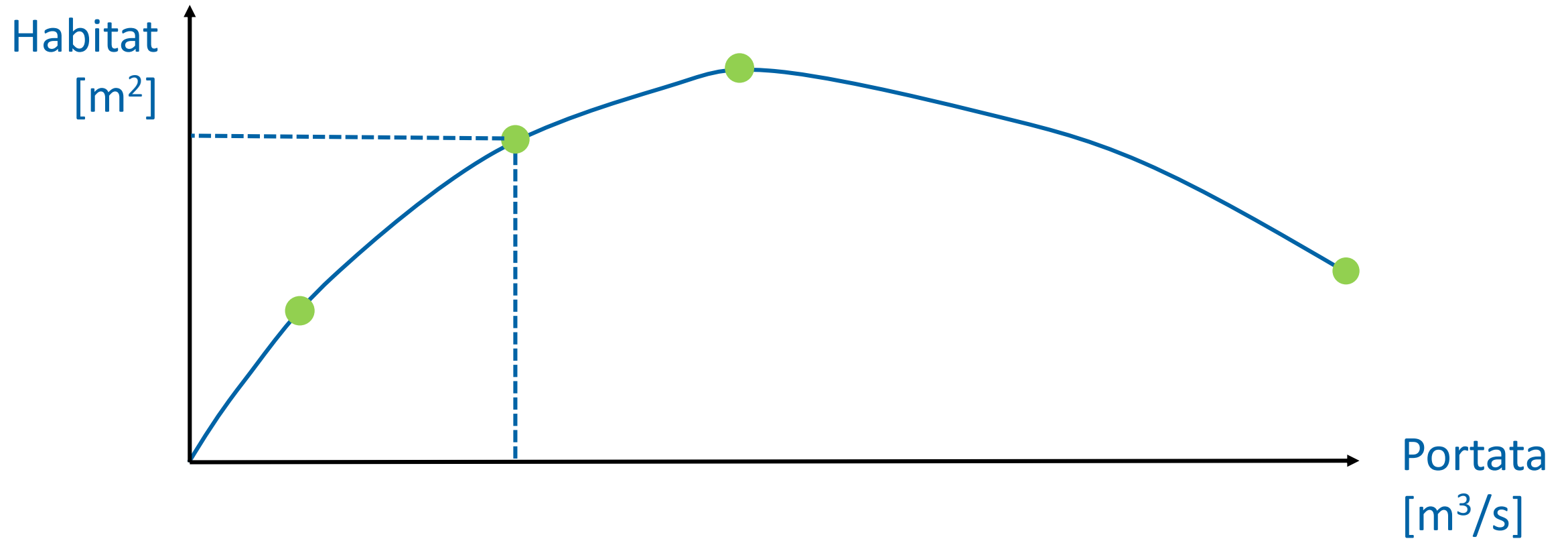


# Distribuzione dell'habitat nello spazio, **4400** litri /secondo



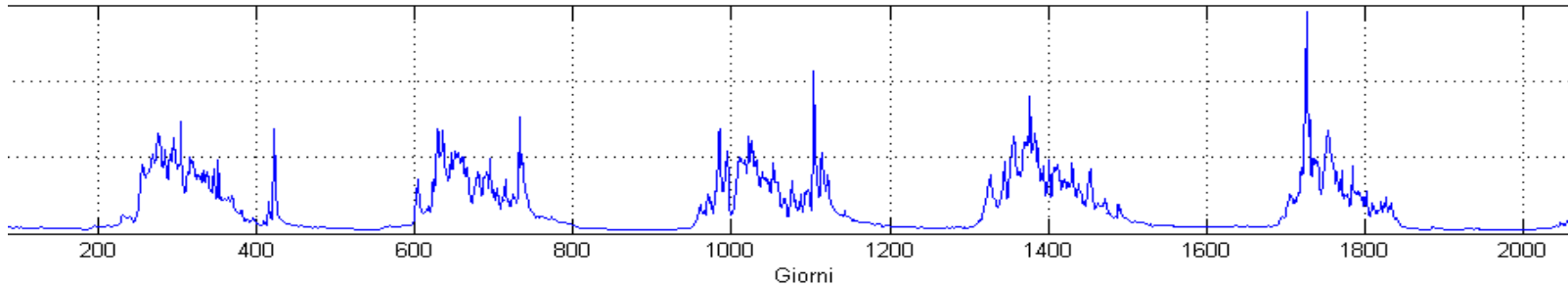


# Concetto (4): curva “habitat – portata” (.. scala di deflusso dell’habitat disponibile)

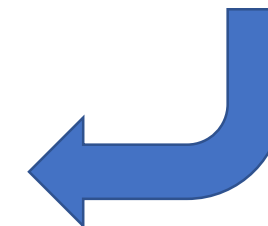
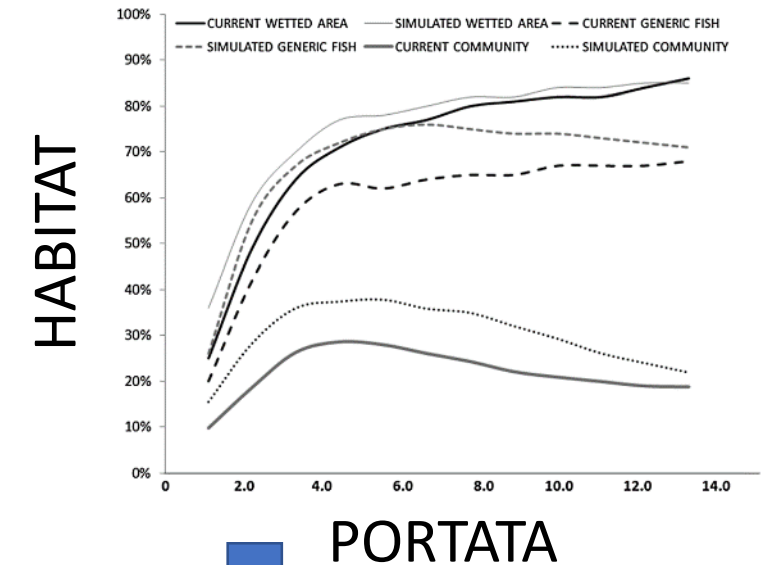
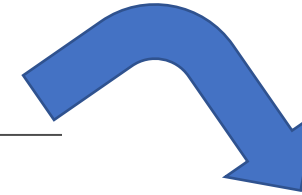
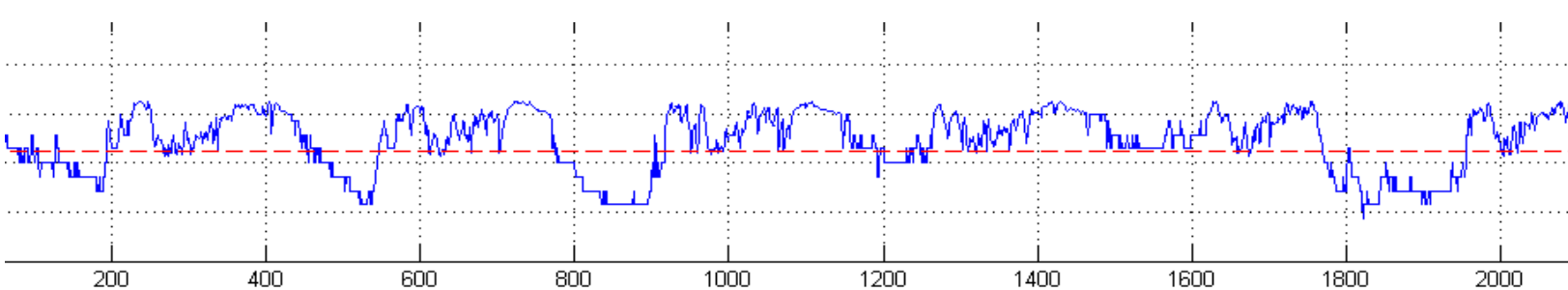


Concetto (5): Grazie alla relazione fra habitat disponibile e portata, si “trasformano” matematicamente le serie storiche di portata in serie storiche di habitat

ANDAMENTO PORTATA NEL TEMPO



ANDAMENTO HABITAT NEL TEMPO



# Come calcolare il deflusso ecologico con I metodi idraulico – habitat?

→ Si ragiona per scenari

Si confrontano le serie storiche di habitat disponibile per il tratto studiato

- 1 serie: situazione senza prelievo
- Molte serie “alterate”: scenari associati a diverse regole di prelievo e rilascio dall’opera di presa

Dal confronto si estraggono **gli scenari** che restituiscono un valore almeno “buono” dell’indice

A partire **da questi scenari** si possono calibrare I coefficienti K, P, M(t) delle formule proposte nelle linee guida distrettuali

## Indice IH: Integrità dell’Habitat fluviale

IH	Classe
$IH \geq 0.80$	High
$0.60 \leq IH < 0.80$	Good
$0.40 \leq IH < 0.60$	Moderate
$0.20 \leq IH < 0.40$	Poor
$IH < 0.20$	Bad

$$DE = K \times P \times M \times Q_{media}$$

# Indice di integrità di Habitat: IH

IH: aggregazione di (= il minimo fra) due indici, ciascuno dei quali si ottiene attraverso l'**analisi statistica** delle serie temporali di area disponibile di habitat

Entrambi gli indici si basano sempre sul **confronto** fra le statistiche ottenute sulla serie di habitat di riferimento e su una serie alterata (corrispondente quindi a un particolare scenario di alterazione)

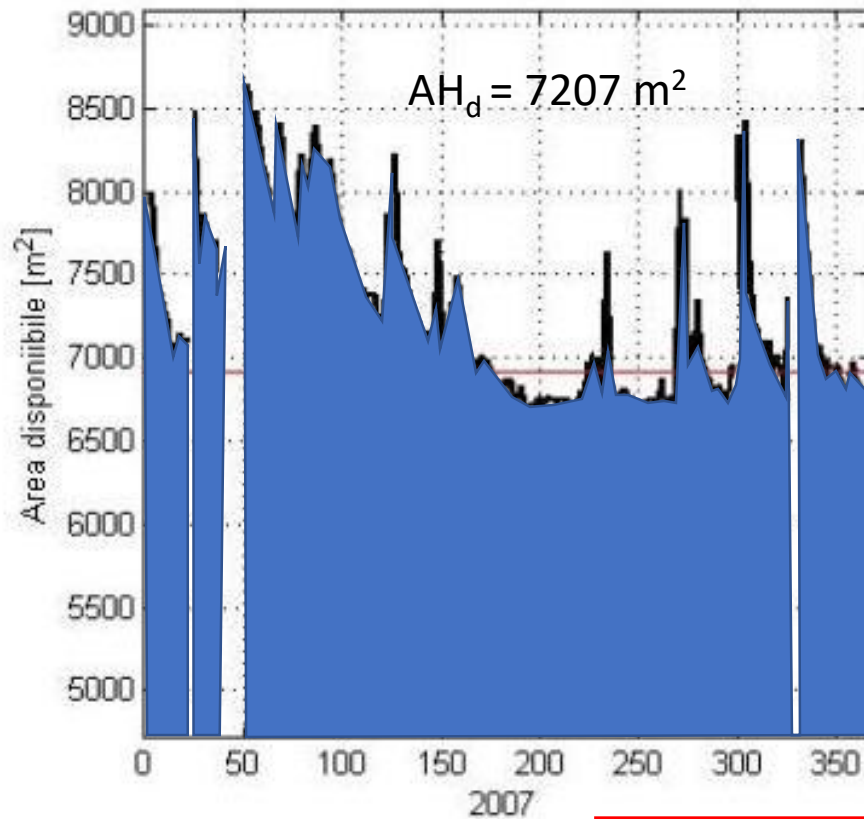
- 1) ISH: disponibilità spaziale di habitat
- 2) ITH: disponibilità temporale di habitat

$$IH = \min(ISH; ITH)$$

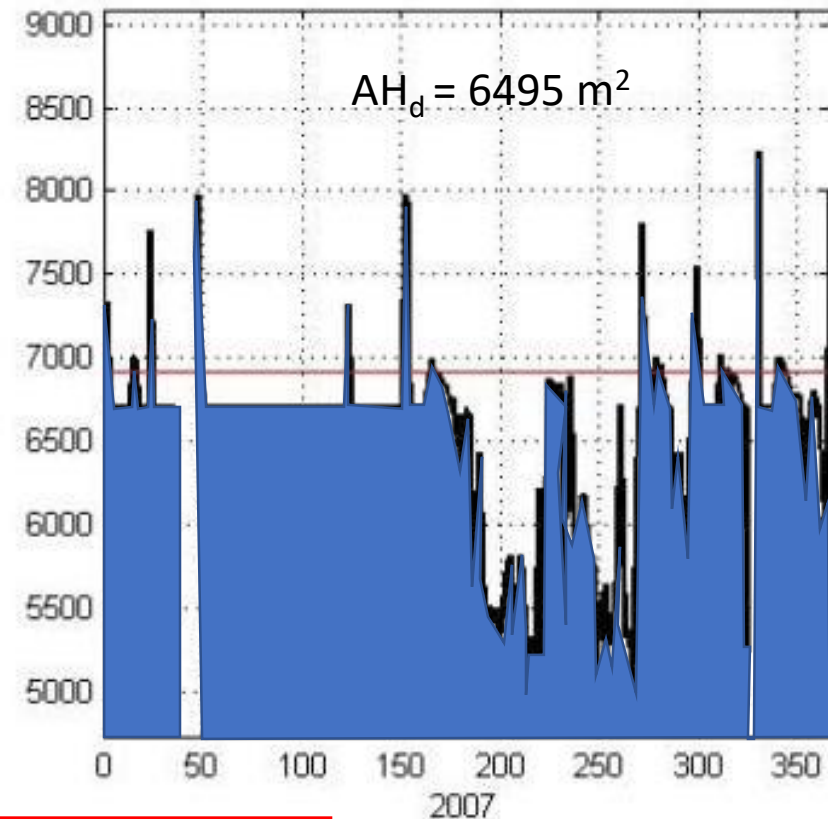
# Primo confronto: quanto cambia in media l'habitat disponibile con un assegnato Deflusso Ecologico (=regole di rilascio / prelievo)?

ISH: Indice di disponibilità spaziale dell'habitat

## Senza prelievo



## Con prelievo

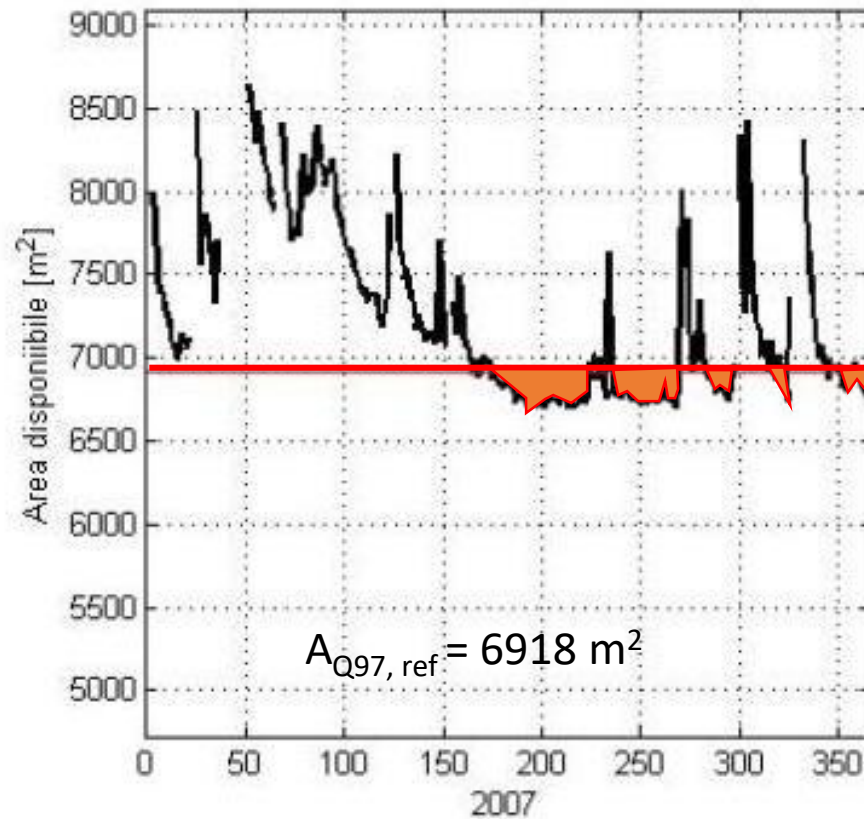


$$ISH_{\text{barbel}} = 6495 / 7207 \text{ m}^2 = 0.90$$

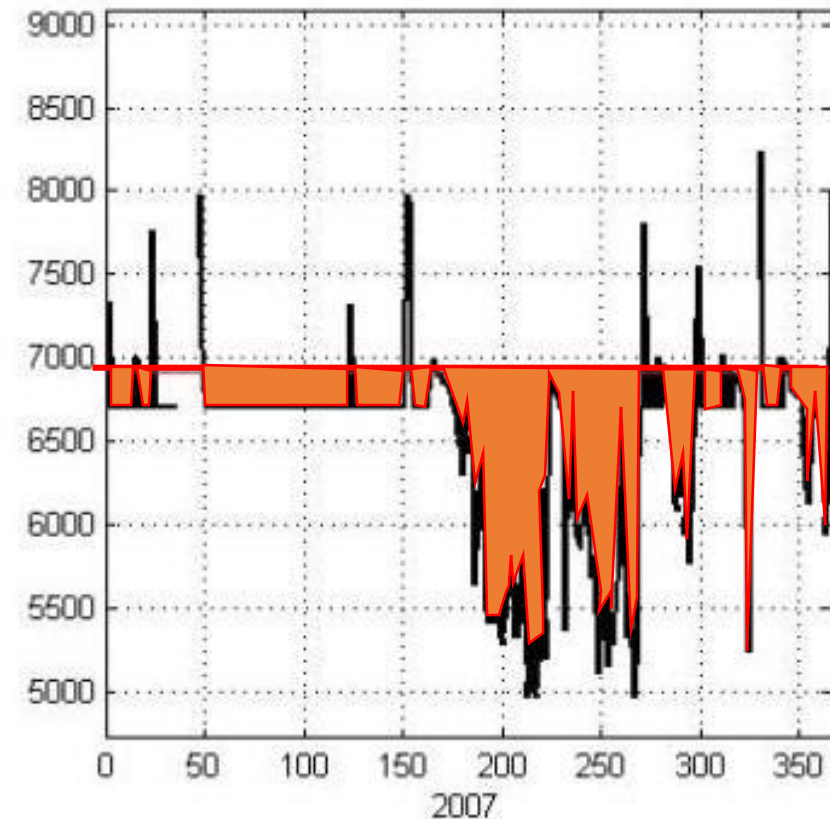
# Secondo confronto: di quanto cambiano le durate di eventi (continuativi) di stress per l'ecosistema?

ITH: Indice di disponibilità temporale di habitat

## Senza prelievo



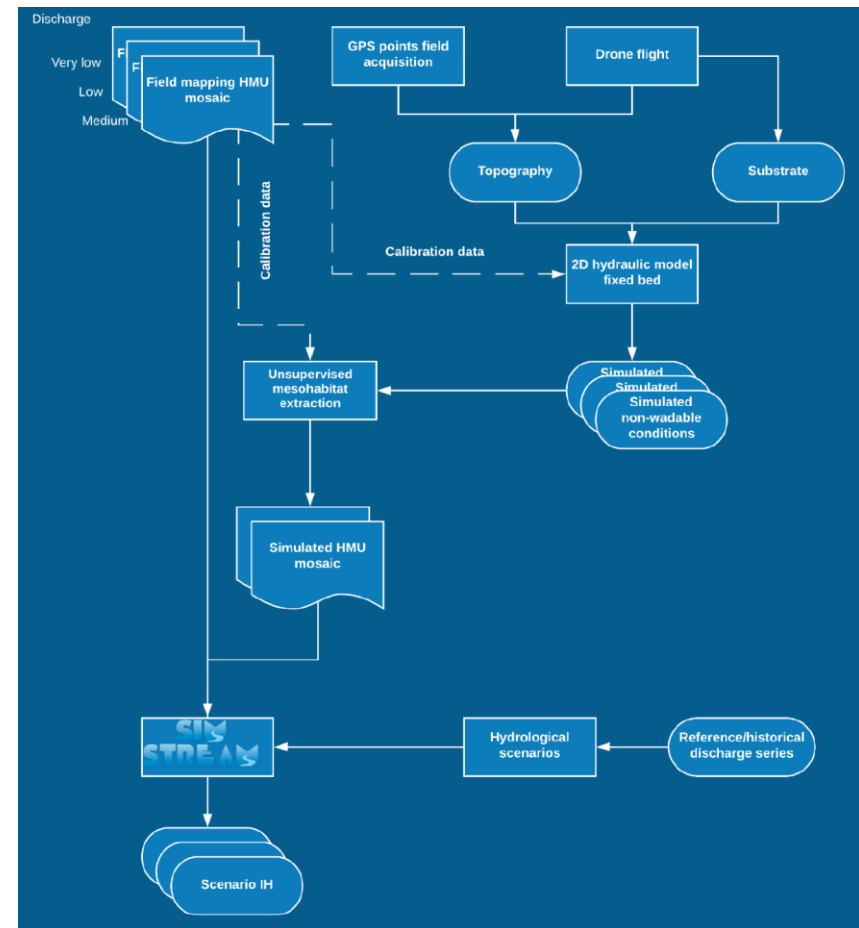
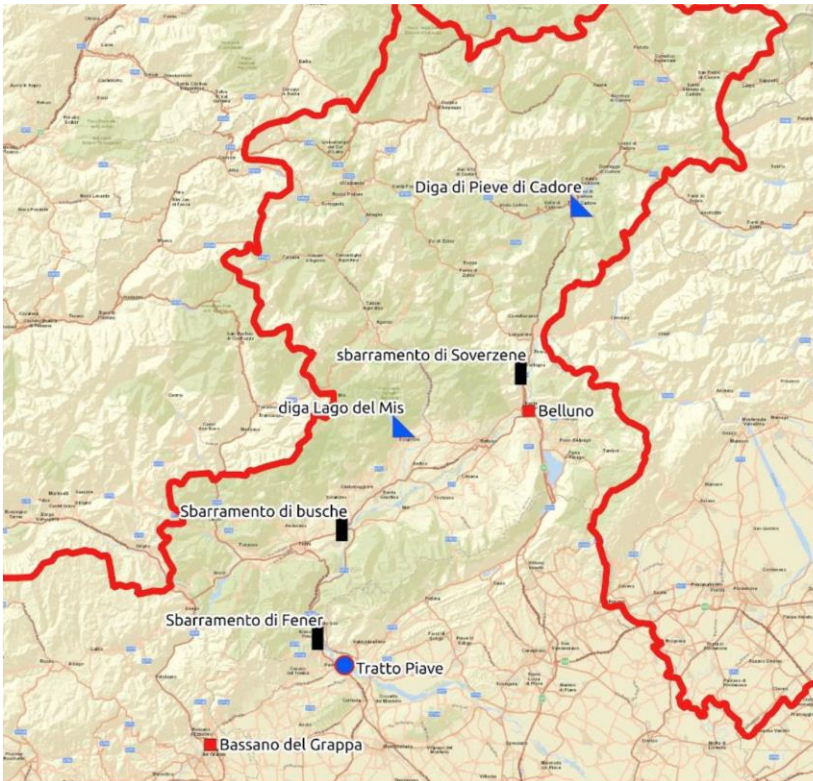
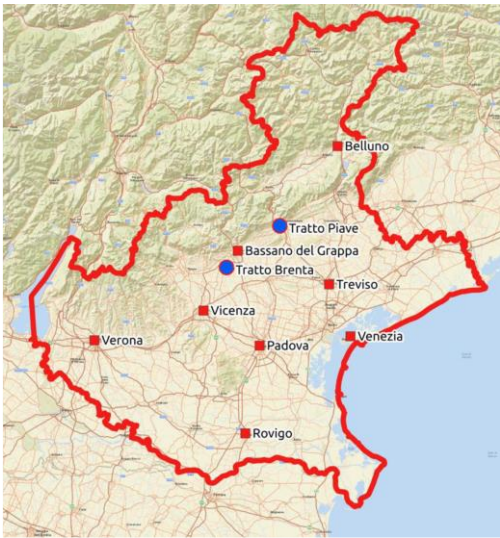
## Con prelievo

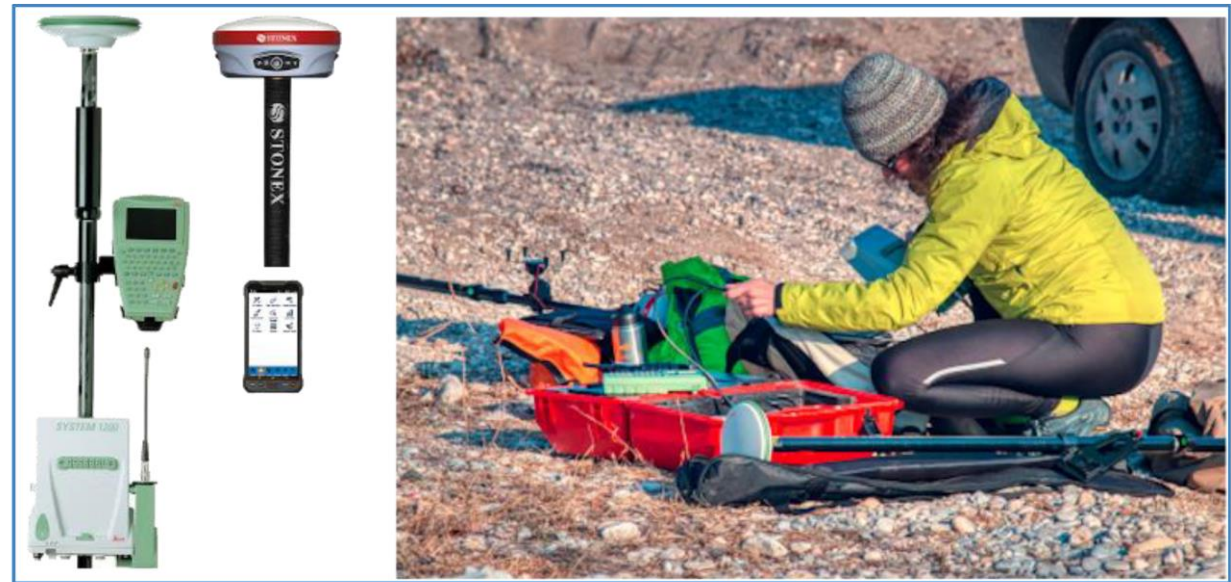


# Cosa stiamo facendo su Piave e Brenta?

→ Sperimentazione su incarico di ARPA Veneto (2020-2021)

Applicazione della metodologia MesoHABSIM in alvei dinamici e a morfologia complessa (intrecciata)

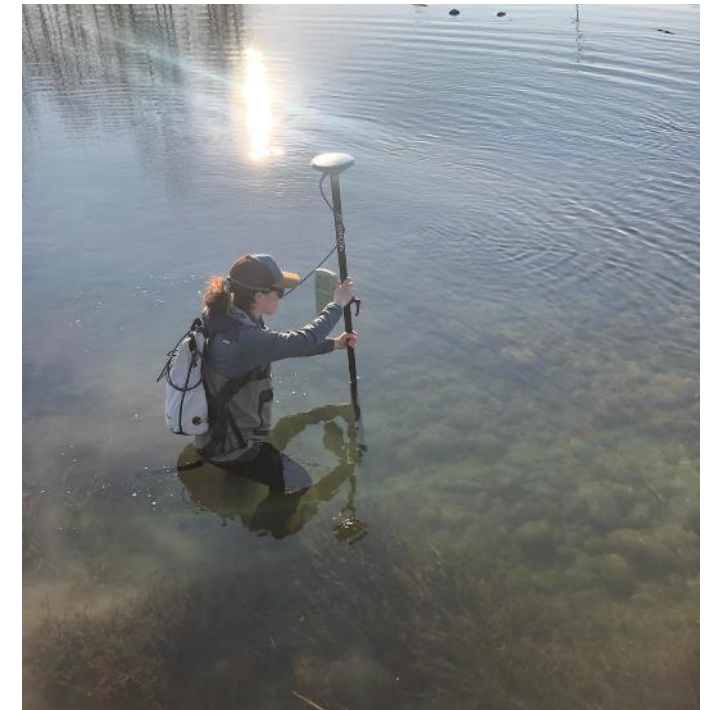




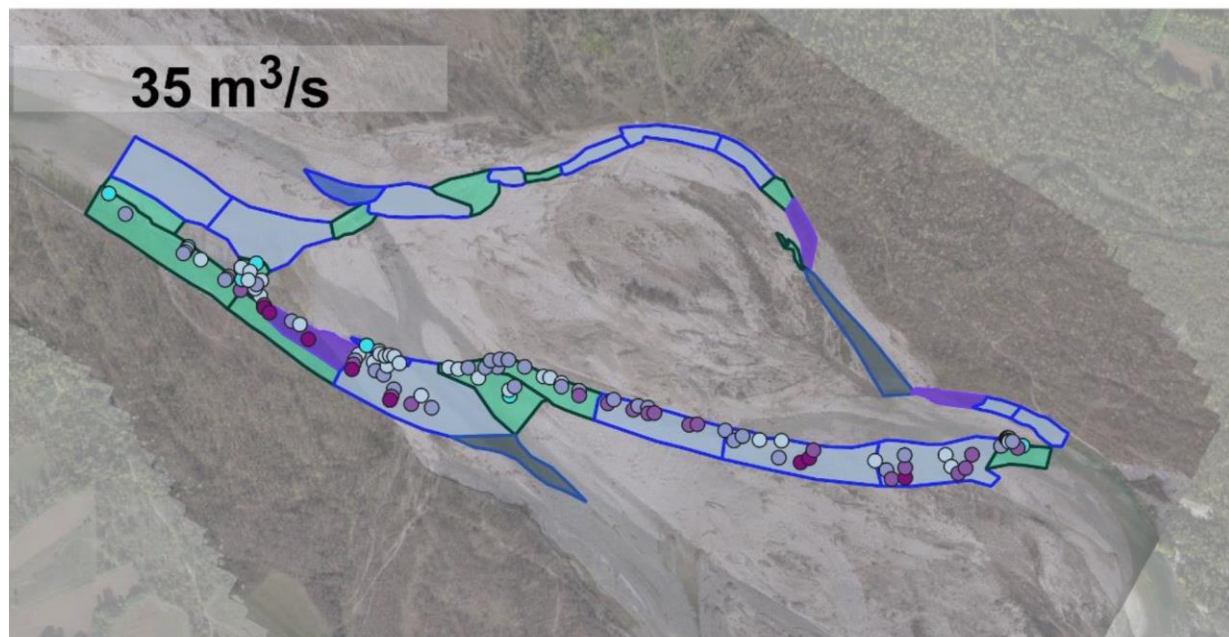
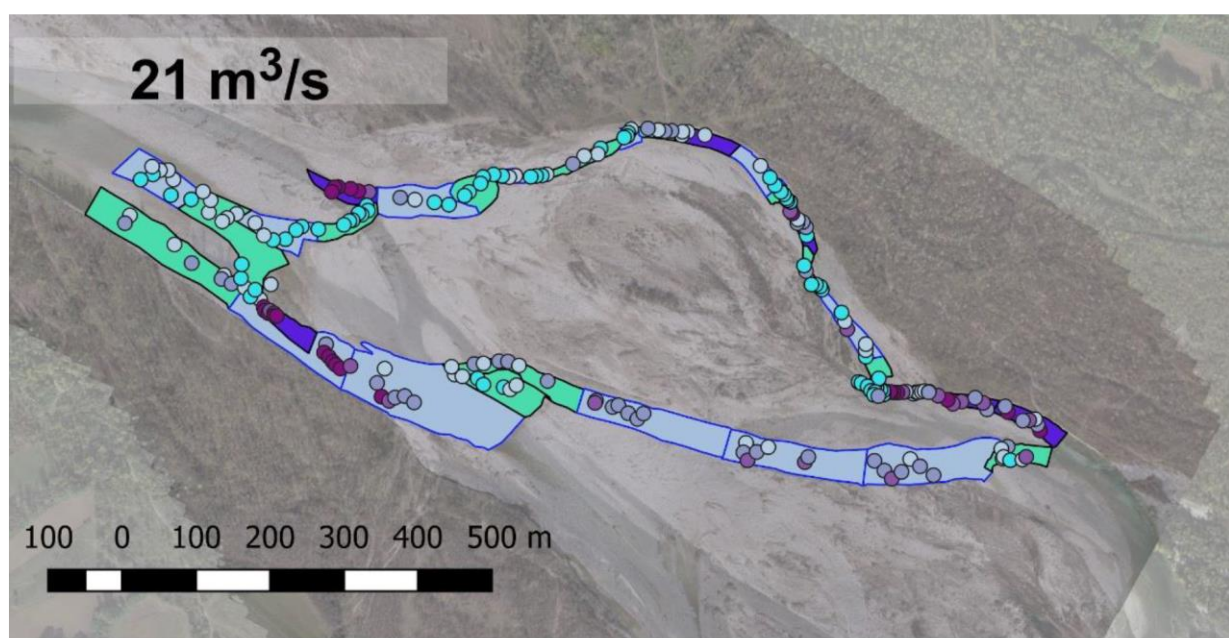
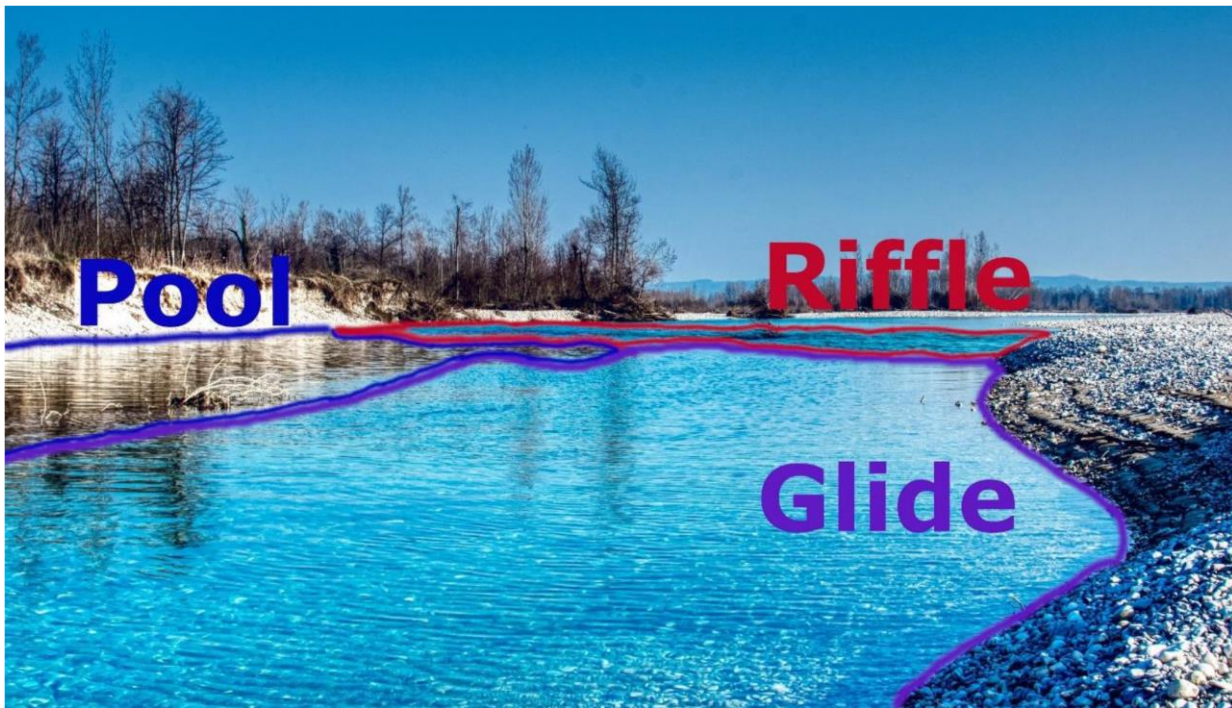
**Figura 5** ricevitori GNSS Leica (a sinistra), Stonex (in alto) e relative unità di controllo. In

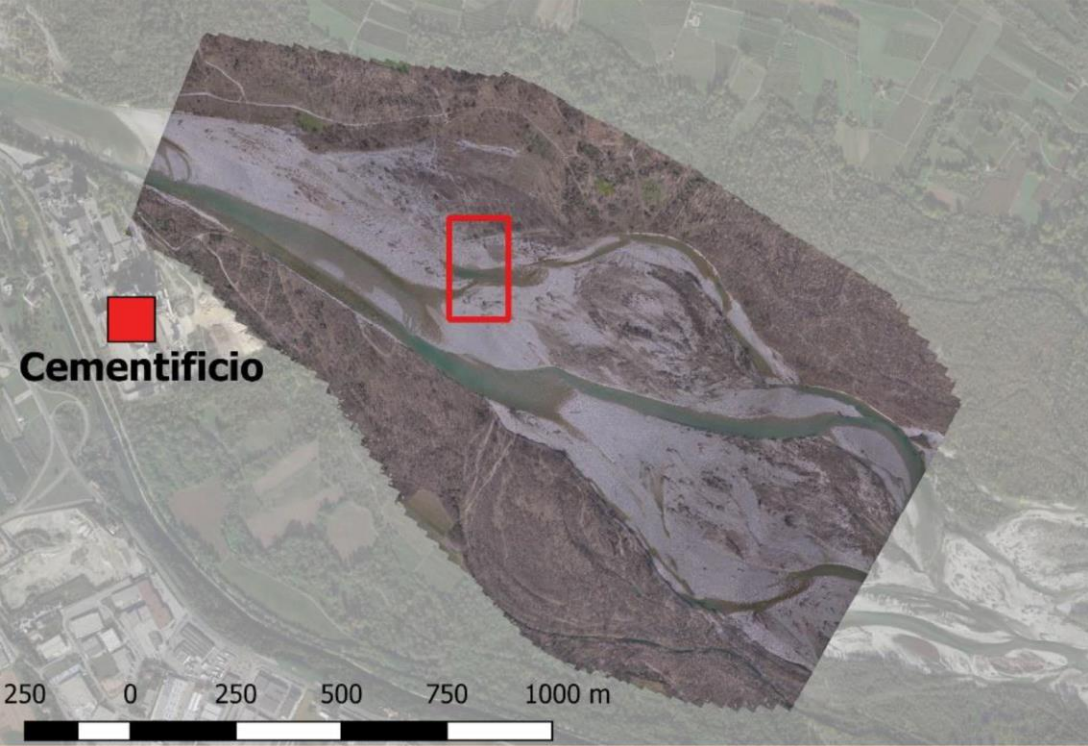


**Figura 6** misuratore di profondità e velocità (Flowtracker) OTT MF Pro (a sinistra). A destra, utilizzo del Flowtracker assieme al ricevitore GNSS Stonex per la georeferenziazione delle misure di profondità e velocità.







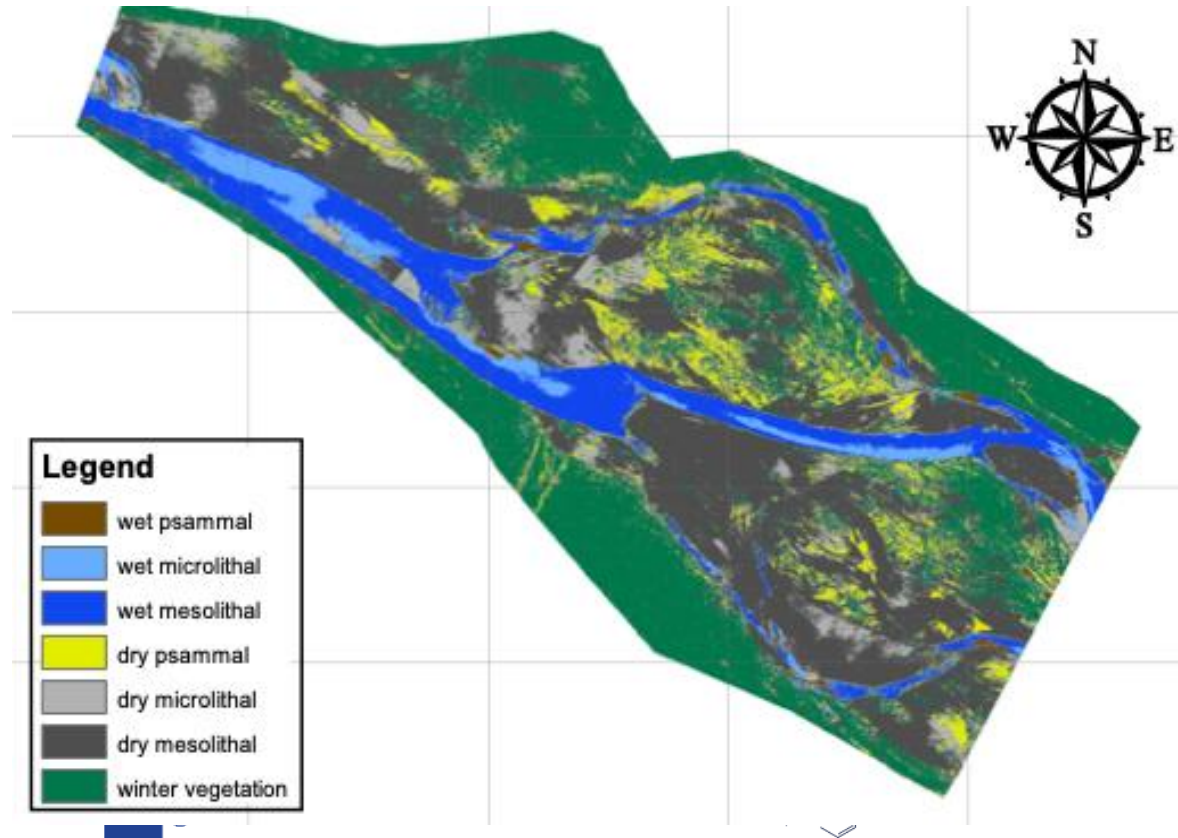
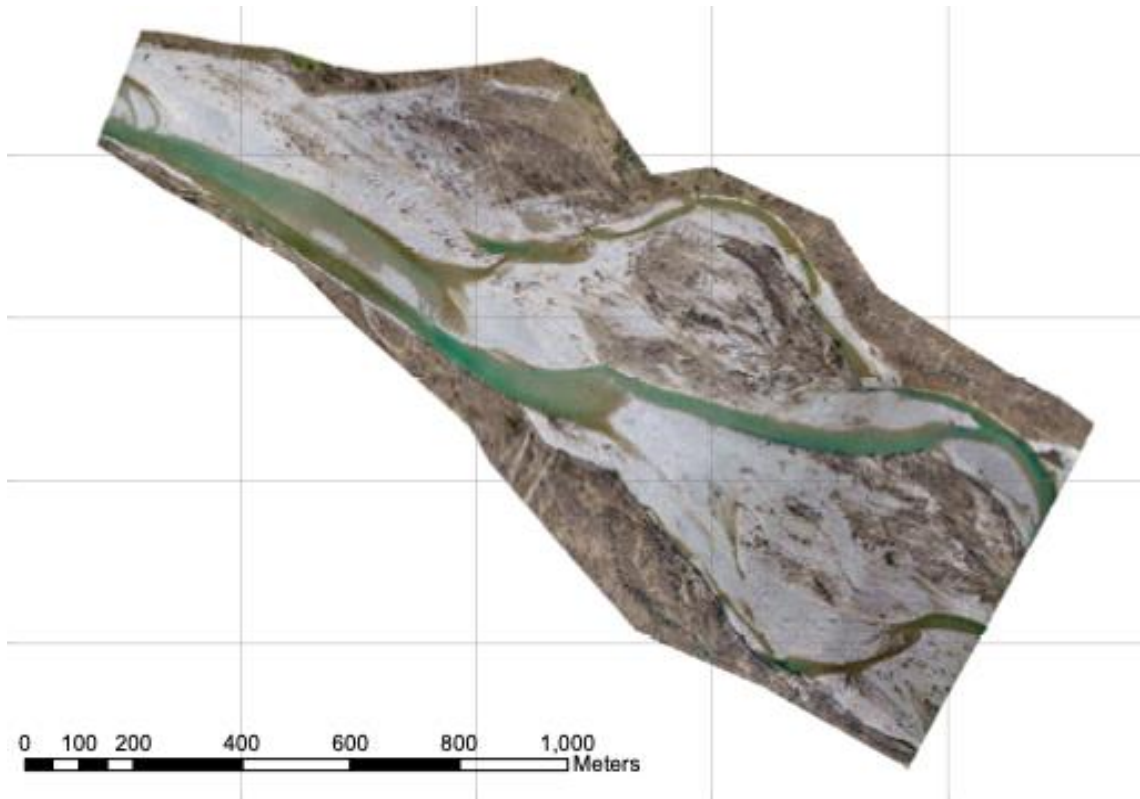









Rilievo fotogrammetrico con drone per realizzare DITM (asciutto e bagnoat9 del tratto

➔ Applicazione modello idraulico 2D per descrivere habitat in condizioni non guadabili (portate più alte)



# Esempio analisi dati - Mappatura del substrato - Piave a valle della presa di Fener



Legend	
	wet psammal
	wet microlithal
	wet mesolithal
	dry psammal
	dry microlithal
	dry mesolithal
	winter vegetation

→ tramite algoritmo di apprendimento di tipo machine learning

Article

## Landscape Classification with Deep Neural Networks

Daniel Buscombe <sup>1,\*</sup> and Andrew C. Ritchie <sup>2</sup>

<sup>1</sup> School of Earth Sciences & Environmental Sustainability, Northern Arizona University, Flagstaff, AZ 86011, USA

<sup>2</sup> Pacific Coastal and Marine Science Center, U.S. Geological Survey, Santa Cruz, CA 95060, USA; aritchie@usgs.gov

\* Correspondence: daniel.buscombe@nau.edu; Tel.: +1-928-523-9280

Received: 18 June 2018; Accepted: 28 June 2018; Published: 2 July 2018



# Come calcolare il deflusso ecologico con I metodi idraulico – habitat?

→ Si ragiona per scenari

Si confrontano le serie storiche di habitat disponibile per il tratto studiato

- 1 serie: situazione senza prelievo
- Molte serie “alterate”: scenari associati a diverse regole di prelievo e rilascio dall’opera di presa

Dal confronto si estraggono **gli scenari** che restituiscono un valore almeno “buono” dell’indice

A partire **da questi scenari** si possono calibrare I coefficienti K, P, M(t) delle formule proposte nelle linee guida distrettuali

## Indice IH: Integrità dell’Habitat fluviale

IH	Classe
$IH \geq 0.80$	High
$0.60 \leq IH < 0.80$	Good
$0.40 \leq IH < 0.60$	Moderate
$0.20 \leq IH < 0.40$	Poor
$IH < 0.20$	Bad

$$DE = K \times P \times M \times Q_{media}$$

# E quindi ???

Attraverso i metodi idraulico-habitat è possibile **quantificare la risposta ecologica (habitat)** a ogni ipotetico scenario di rilascio

Grazie alla possibilità di **quantificare** anche le corrispondenti portate prelevate, è possibile associare all'indicatore ambientale (IH) i corrispondenti indicatori che quantificano gli effetti su: **irrigazione; produzione idroelettrica; qualità del paesaggio; etc...**

Servizi ecosistemici fluviali: un video illustrativo:  
<https://www.youtube.com/watch?v=WkMdkgavIVQ>  
(INTERREG ALPINE SPACE – HYMOCARES project)

IH	Classe
$IH \geq 0.80$	High
$0.60 \leq IH < 0.80$	Good
$0.40 \leq IH < 0.60$	Moderate
$0.20 \leq IH < 0.40$	Poor
$IH < 0.20$	Bad



# Conclusioni

1. I metodi scientifici della modellazione di habitat fluviale consentono di:
  1. stabilire un legame quantitativo fra la portata e l'habitat disponibile per le specie di interesse
  2. Sviluppare scenari previsionali del cambiamento di habitat disponibile in risposta a diversi valori di deflusso ecologico
2. Per un tratto fluviale soggetto a derivazione idrica, esistono in generale più valori di deflusso ecologico che consentono uno stato dell'habitat almeno «buono»
3. La capacità previsionale e consente di poter confrontare quantitativamente i benefici ambientali attesi con le ricadute sugli altri comparti socio-economici, fornendo una base informativa a supporto delle decisioni
4. Il deflusso ecologico è da intendersi come un regime variabile nel tempo, per quanto consentito dai margini operativi delle derivazioni. Tale variabilità temporale aumenta le opzioni di scelta e riproduce in parte la naturale variabilità idrologica creando beneficio ambientale



SETTIMANA NAZIONALE  
DELLA BONIFICA E DELLA IRRIGAZIONE

# DEFLUSSO ECOLOGICO 01.01.2022 EMERGENZA PER UN TERRITORIO

Giovedì 30 SETTEMBRE 2021  
ore 14.00 – 18.30

## Ecoidraulica: valutare l'habitat fluviale per quantificare i regimi di deflusso Ecologico

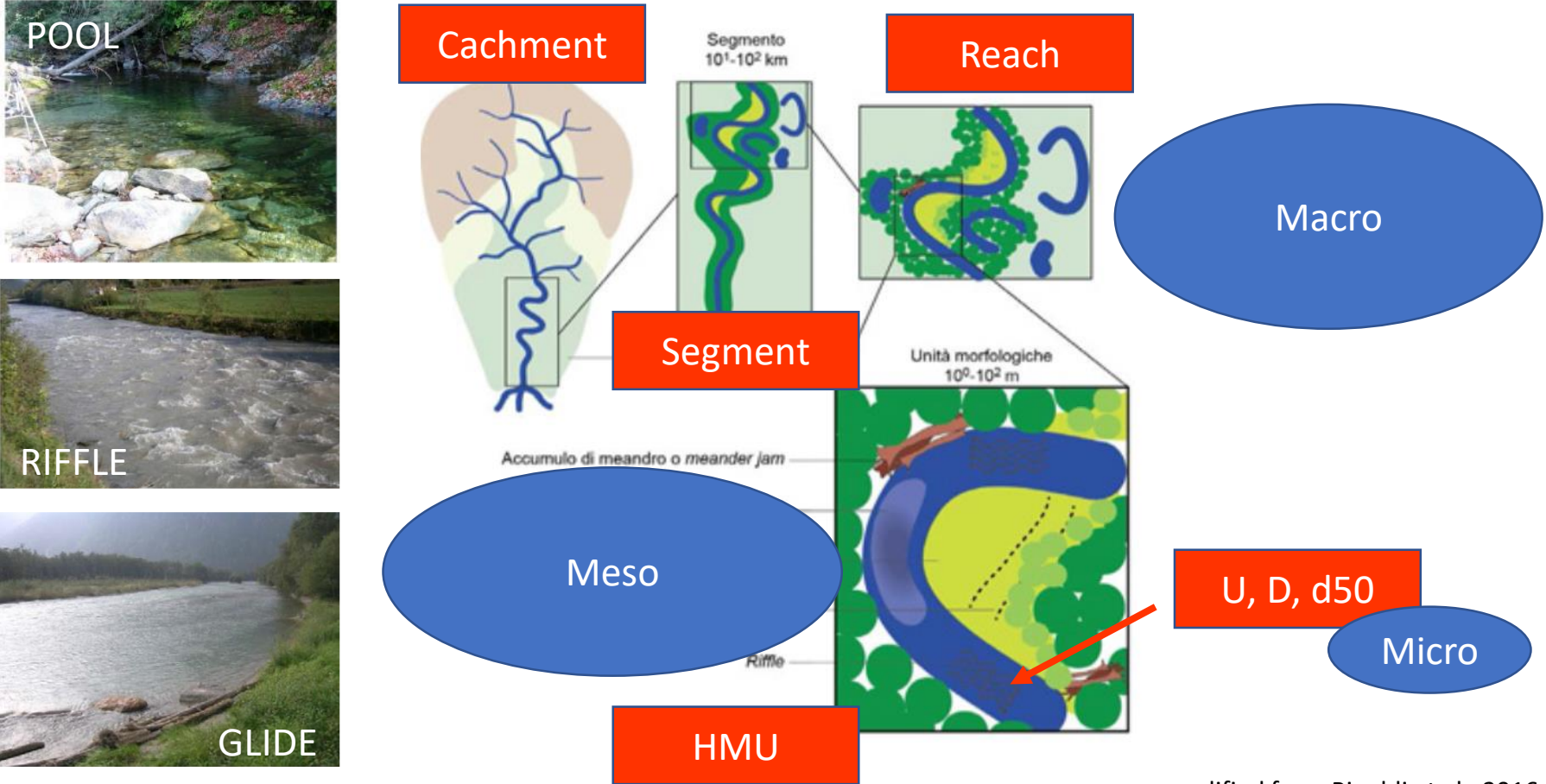
Prof. Guido Zolezzi – [guido.zolezzi@unitn.it](mailto:guido.zolezzi@unitn.it) - Università di Trento



25 settembre • 3 ottobre 2021



**Concetto (3)** L'habitat fisico dipende dai processi che regolano l'evoluzione della forma dell'alveo (geomorfologia fluviale), che sono strutturati secondo precise «scale di variabilità» nello spazio e nel tempo



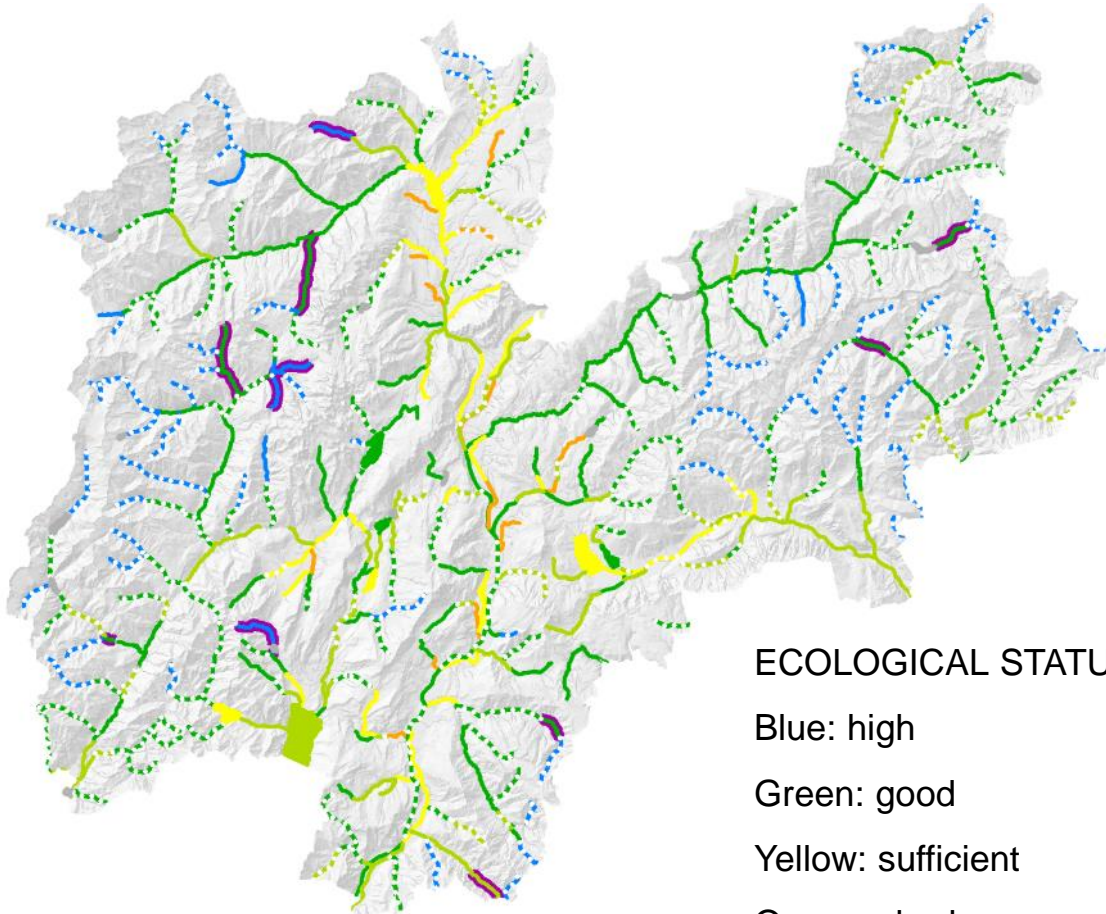
modified from Rinaldi et al., 2016

**Habitat fluviale: utilizzato tipicamente alla «mesoscala» da pesci, anfibi, uccelli**



**STATO ECOLOGICO** = insieme delle condizioni chimico/fisiche +  
**idromorfologico** + **biologiche**

**PROBLEMA:** gli attuali indicatori biologici riflettono l'inquinamento ma  
non le variazioni «idromorfologiche» (come ad es. le derivazioni idriche)



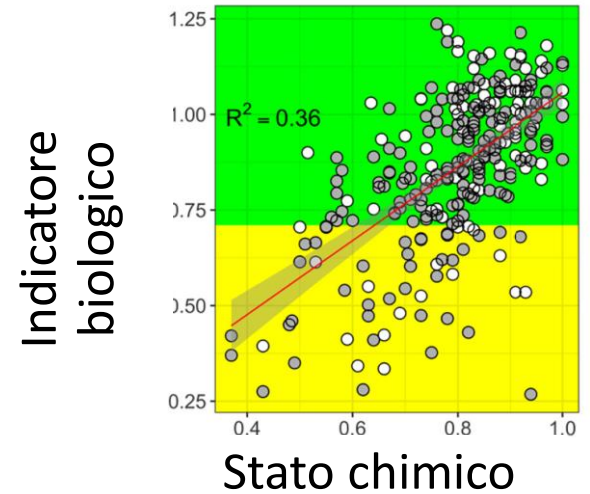
ECOLOGICAL STATUS

Blue: high

Green: good

Yellow: sufficient

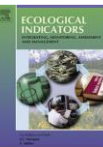
Orange: bad



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecological Indicators

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolind](http://www.elsevier.com/locate/ecolind)



WFD ecological status indicator shows poor correlation with flow parameters in a large Alpine catchment

Stefano Larsen<sup>a,b,\*</sup>, Maria Cristina Bruno<sup>b</sup>, Guido Zolezzi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Civil, Environmental and Mechanical Engineering, University of Trento, I-38123 Trento, Italy

<sup>b</sup> Department of Sustainable Agro-ecosystems and Bioresources, Research and Innovation Centre, Fondazione Edmund Mach, Via E. Mach 1, I-38010 San Michele all'Adige, Italy



# IH: Indice di Integrità dell'Habitat fluviale

Logica generale / 1

1. È possibile stabilire un legame quantitativo fra Habitat disponibile e portata (**curva habitat –portata**), analoga alle scale delle portate per i livelli idrometrici)
2. A partire da una serie temporale di portate **è possibile simulare**, con un semplice bilancio idrico (equazione di continuità / equazione del serbatoio) la serie temporale di portate che si avrebbe nello stesso tratto se ci fosse un prelievo idrico a monte
3. Facendo **variare i parametri della concessione** (Q max, Qmed, Deflusso Ecologico) si simulano serie di portate corrispondenti a diversi scenari di prelievo

# IH: Indice di Integrità dell'Habitat fluviale

Logica generale / 2

4. Le serie di portata possono essere convertite in **serie temporali di habitat disponibile** attraverso la curva habitat – portata ottenuta sul (sotto)tratto
5. Si ottengono così serie temporali che descrivono la variabilità dell'habitat disponibile sul (sotto)tratto, corrispondenti al regime idrologico in assenza («riferimento») e in presenza («alterato») di prelievo
6. **L'analisi statistica delle serie temporali di habitat**, e il relativo confronto fra le situazioni di riferimento e alterata, consentono di ricavare degli indici rappresentativi della dimensione spaziale (ISH) e temporale (ITH) dell'habitat fluviale

# IH: Indice di Integrità dell'Habitat fluviale

Logica generale / 3

7. Il metodo consente di simulare quantitativamente la **risposta dell'habitat** (valore dell'indice IH, e sue componenti temporale e spaziale) **a diversi scenari di alterazione**, ottenuti cambiando i parametri di concessione e di rilascio.
8. Confrontando la risposta dell'habitat a più scenari, si possono ricercare **i range di parametri delle concessioni che garantiscono migliori condizioni per l'habitat** → determinazione Deflusso Ecologico
9. Questa logica per il calcolo degli indici può essere estesa in generale ad **altre tipologie di alterazione idro-morfologica** (non solo a prelievi idrici)

# ... e anche alla variabilità delle portate solide (sedimento, detrito legnoso) che creano la morfologia dei fiumi e i relativi habitat

1996

*Freshwater Biology* (1997) 37, 231–249

SPECIAL APPLIED ISSUES SECTION

## How much water does a river need?

BRIAN D. RICHTER\*

*Biohydrology Program, The Nature Conservancy, PO Box 430, Hayden, Colorado 81639, U.S.A.*

JEFFREY V. BAUMGARTNER, ROBERT WIGINGTON

*The Nature Conservancy, 2060 Broadway, Suite 230, Boulder, Colorado 80302, U.S.A.*

DAVID P. BRAUN

*The Nature Conservancy, 1815 N. Lynn St, Arlington, Virginia 22209, U.S.A.*

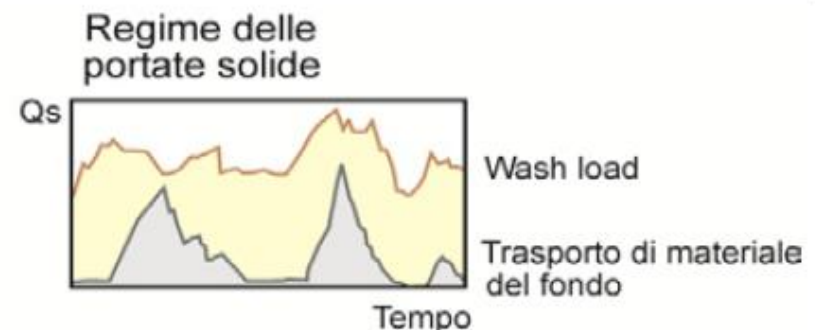
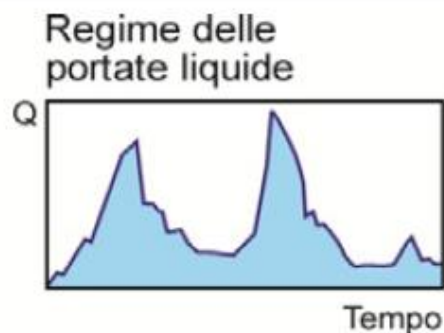
2015

Overview Articles  BioScience • April 2015 / Vol. 65 No. 4

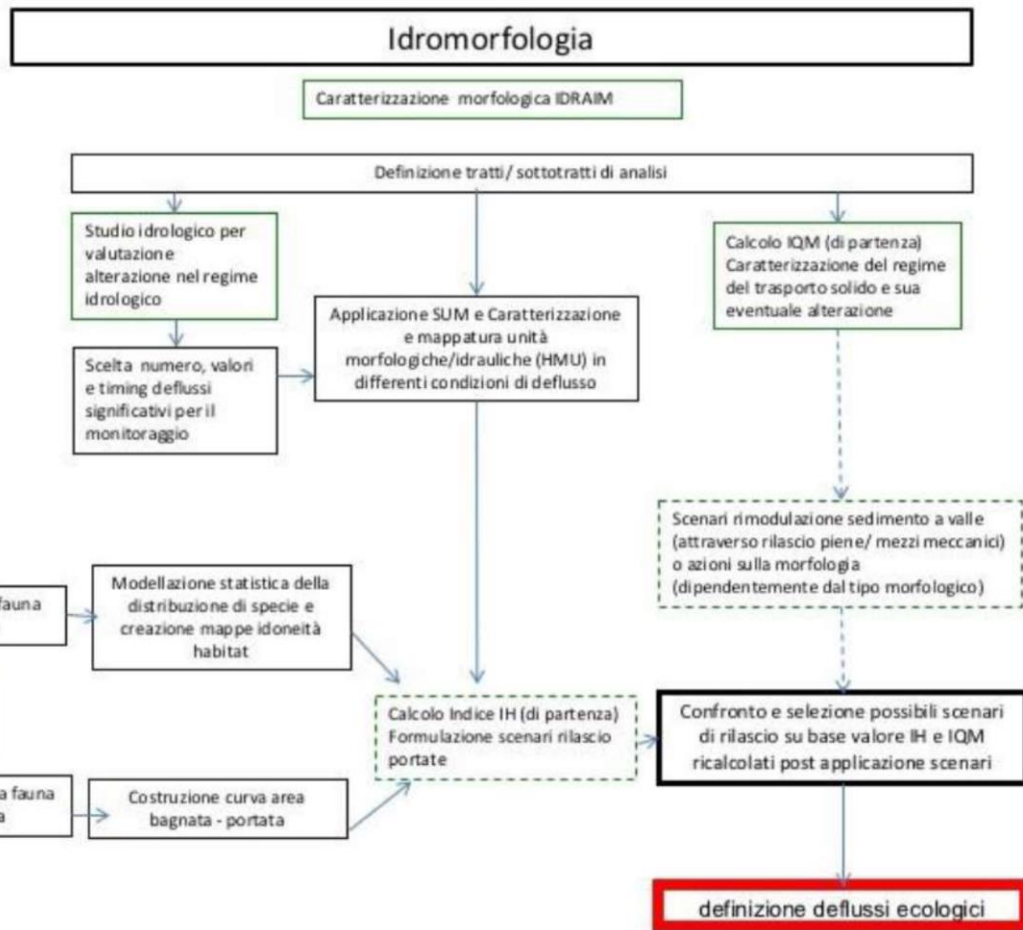
## The Natural Sediment Regime in Rivers: Broadening the Foundation for Ecosystem Management

ELLEN WÖHL, BRIAN P. BLEDSÖE, ROBERT B. JACOBSON, N. LEROY POFF, SARA L. RATHBURN, DAVID M. WALTERS, AND ANDREW C. WILCOX

**Variabili guida**



# Decrete Direttoriale 30/2017 STA - Mesohabsim



# Concetto (1) è possibile simulare come cambia il regime delle portate nei tratti sottesi da prelievi idrici (idrologia)

## SERIE DI PORTATA:

Portata in ingresso a monte  $Q(t)$

Portata rilasciata  $Q_r(t)$  dalla derivazione → Legata al Deflusso Ecologico,

**Portata prelevata  $Q_p(t)$**  legata alle attività produttive

