

*Workshop Nazionale sull'Idrologia Operativa – ISPRA, Roma, 9-10 Luglio 2015*

# L'IDROMORFOLOGIA E IL SUO RUOLO NELLA GESTIONE DEI CORSI D'ACQUA

**Massimo Rinaldi**

Dipartimento di Scienze della Terra  
Università di Firenze

# Contesto globale: gestione corsi d'acqua

Numerosi usi e obiettivi



**Energia  
idroelettrica**



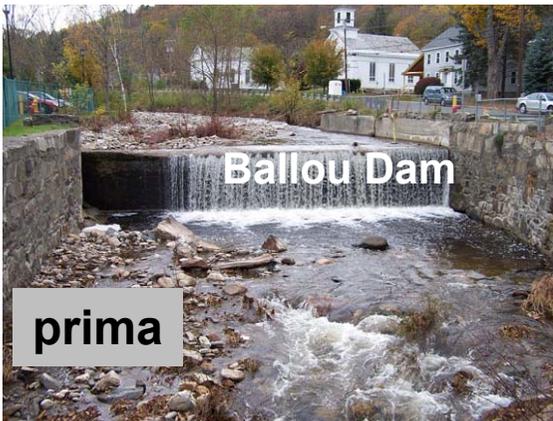
**Irrigazione**



**Approvvigionamento  
idrico**



**Qualità  
dell'acqua**



**Riqualificazione**

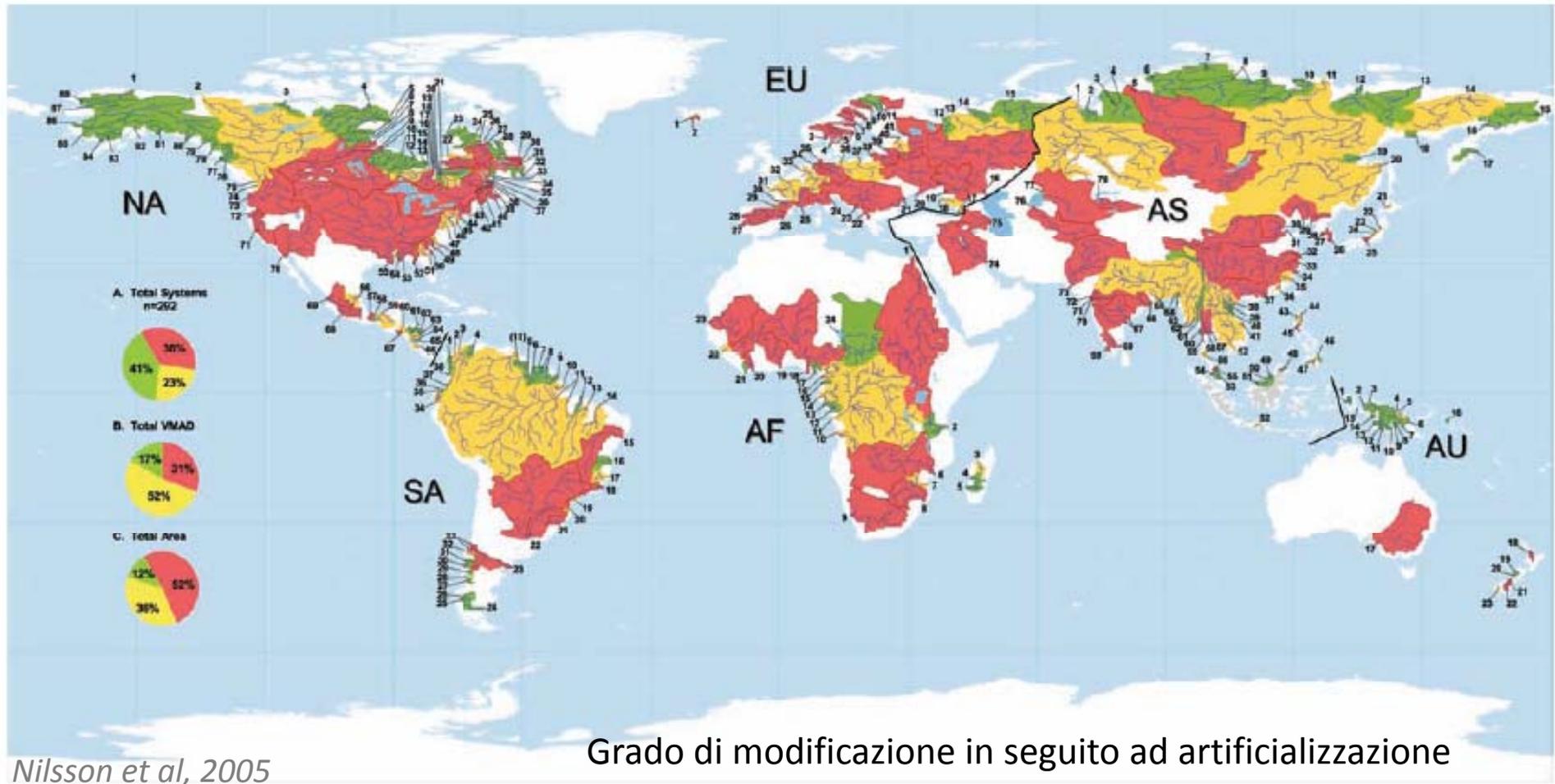


**Sfruttamento risorse**



**Protezione dalle piene**

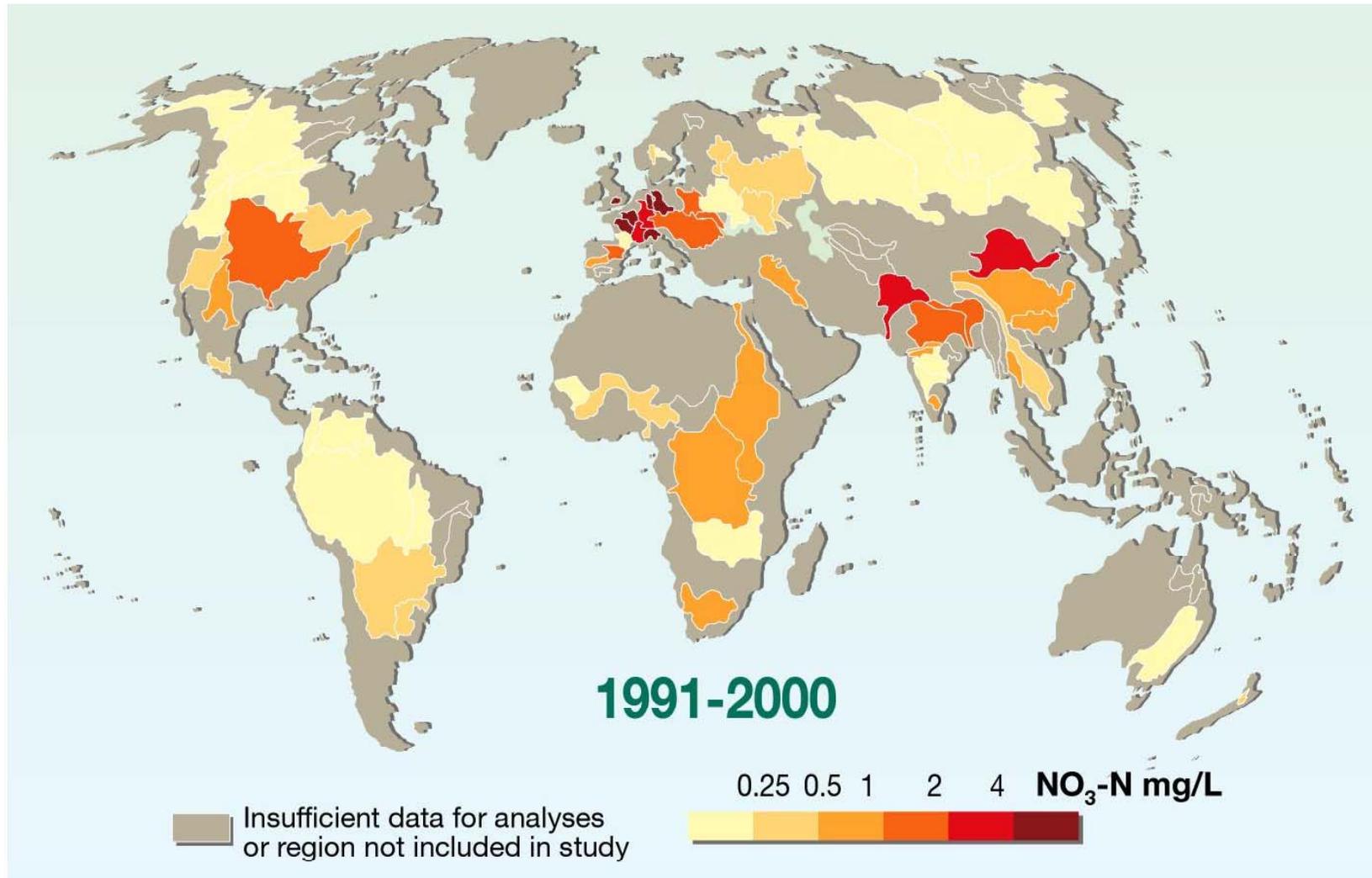
# Sfide: corsi d'acqua fortemente modificati



Nilsson et al, 2005

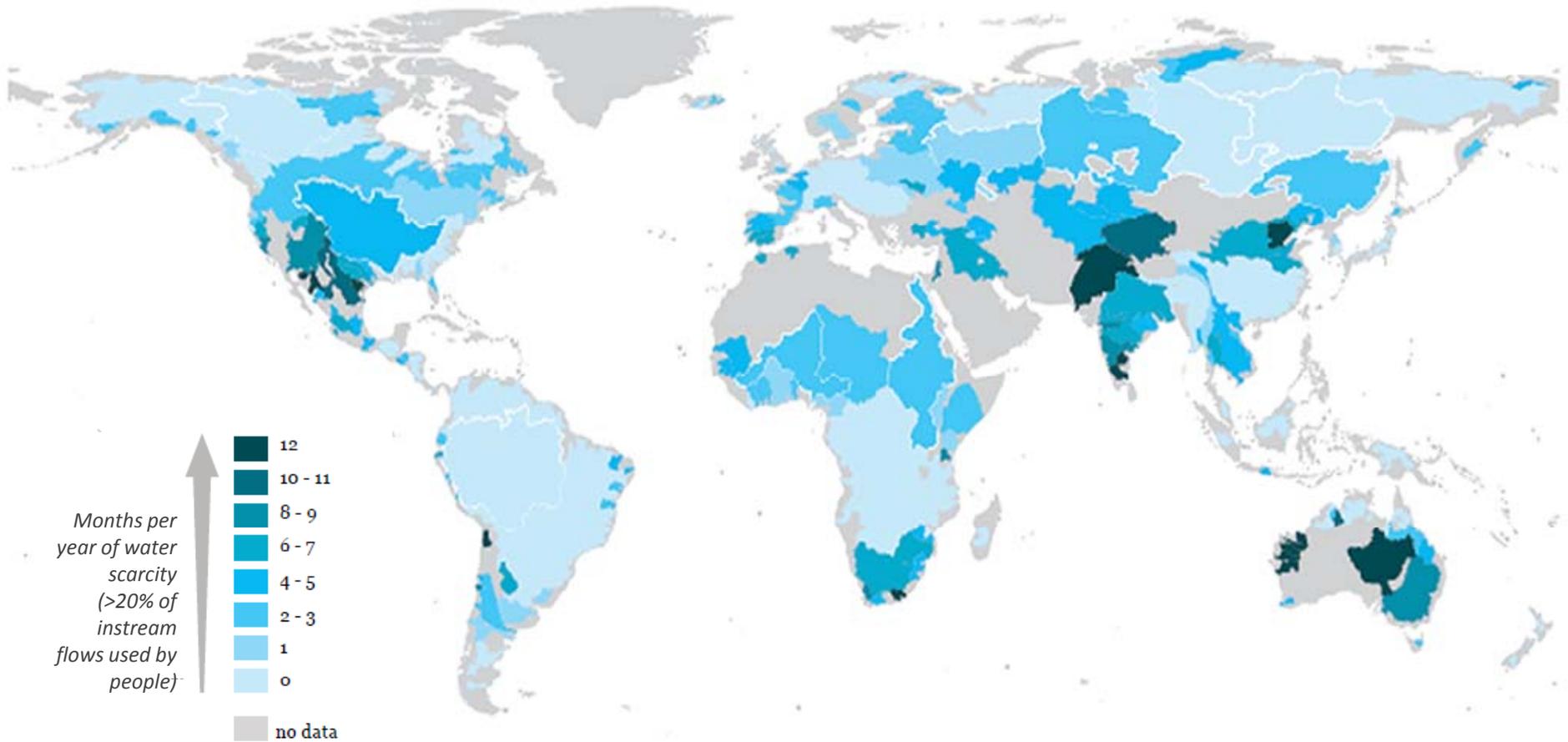
Non modificati Moderatamente modificati Fortemente modificati No dati

# *Sfide: scarsa qualità dell'acqua*



<http://www.satuwater.com.my/images/0252-nitrate-EN.jpg>

# Sfide: scarsa quantità



[http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/living\\_planet\\_report/demands\\_on\\_our\\_planet/water\\_footprint](http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/demands_on_our_planet/water_footprint)  
Hoekstra et al., 2012

# *Contesto globale: gestione corsi d'acqua*



tutto ciò suggerisce che bisognerebbe gestire i sistemi fluviali in un modo integrato

# *Idromorfologia*

**Direttiva Quadro Acque** (2000/60/CE): introduzione termine **'Idromorfologia'**, richiedendo valutazione alterazioni nel regime idrologico, trasporto solido, morfologia fluviale e mobilità laterale

Varie **definizioni** (ad es., CEN, 2002; Newson & Large, 2006; Maas & Brookes, 2009; Vogel, 2011) e diversi **metodi di valutazione** sviluppati



# **Idromorfologia**

Settore che integra l' **idrologia** e la **geomorfologia fluviale**, studiando i **processi** (idrologico-idraulici e geomorfologici) che agiscono nei corsi d'acqua creando e mantenendo le **forme** fluviali e i corrispondenti **habitat fisici**



Altre discipline affini: ***Ecohydraulics, Ecohydrology***  
o ***Hydroecology, Eco-hydromorphology***

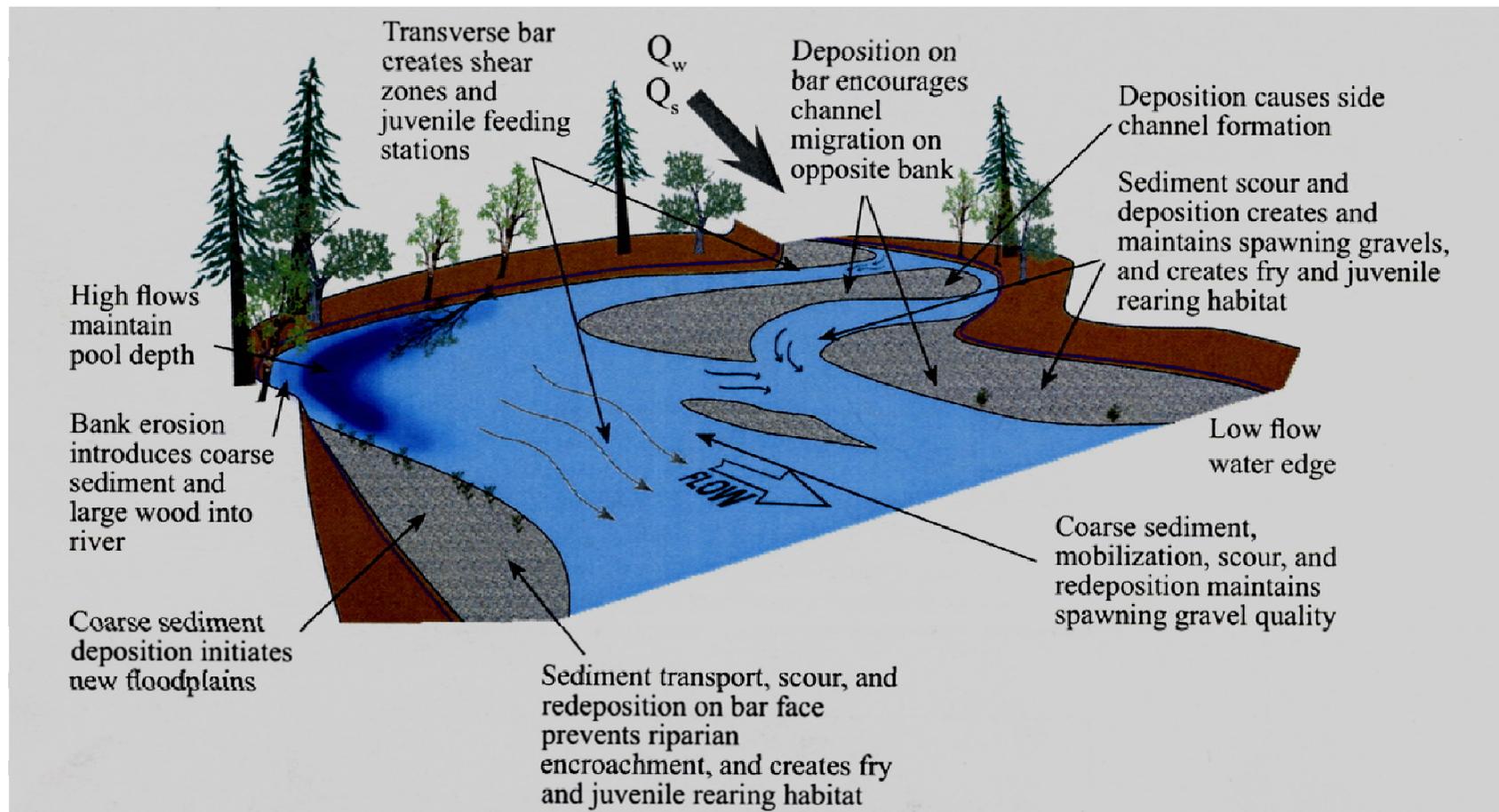
# ***Necessità approccio geomorfologico***

Cosa si intende per “approccio geomorfologico”:  
inserire le attività umane in un contesto  
geomorfologico evolutivo, interpretare le forme  
ed i processi che le hanno generate e le  
mantengono attive



# Idromorfologia ed ecologia fluviale

- Funzionamento dei processi fisici e dinamica morfologica promuovono spontaneamente diversità ecosistemi e *turn-over* habitats





# REstoring rivers FOR effective catchment Mangement



Coordinators: DELTARES (NL)

Italian Partners: UNIFI, ISPRA

## Overall Aims:

- to provide a framework to improve success of hydromorphological restoration measures
- to reach cost-effective ecological targets of rivers

- Web page:

<http://www.reformrivers.eu>

- Numerosi Deliverable disponibili

- Wiki:

<http://wiki.reformrivers.eu>

### Key features of the case study

#### Site description



View on side channel set of Floodplain "Gameren", downstream direction. Photo: Rijkswaterstaat (NL)

Under the authority of the Ministry of Transport, Public Works and Water Management (Eastern Netherlands division), the Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment RIZA executed a monitoring program on secondary channels in the Gamerensche Waard. During the period 1996-2002 a broad and complete program was executed with three main objectives: 1) evaluation of the desired effects, 2) assessment of the undesirable side-effects (risks) and 3) increase of the knowledge about secondary channels.

In the period 1995-1999 three secondary channels were excavated in the Gamerensche Waard along the river Waal (the main side branch of the river Rhine). Regarding the dimensions, these channels are unique for Dutch rivers. These channels are dug out partly from former agricultural grassland and partly they exist of connected former sand

### Factsheet: Gameren

#### General

Country NL  
River Name Waal  
Site Name Gameren

#### River Characterisation

##### River typology

Location (Lat Lon) 51.8062000807445, 5.20940780639648  
Altitude lowland: < 200 m  
Catchment area very large: > 10000 km<sup>2</sup>

Geology Calcareous

National code/ R7

River type name

#### Hydromorphological quality elements

- River depth and width variation
- Structure of the riparian zone

#### Biological quality elements

- Phytoplankton
- Macrophytes and phytobenthos

# Elementi biologici BQE



- BQEs (Biological Quality Elements): metriche ed indici attualmente in uso rispondono ad impatto inquinamento chimico e organico ma non rispondono a pressioni idromorfologiche

- Conclusione: tutti i campionamenti biologici necessitano di essere preceduti da una analisi delle pressioni e ad una valutazione delle condizioni idromorfologiche basata su processi (Friberg et al., 2013, WP3 REFORM)

# Metodi di valutazione morfologica

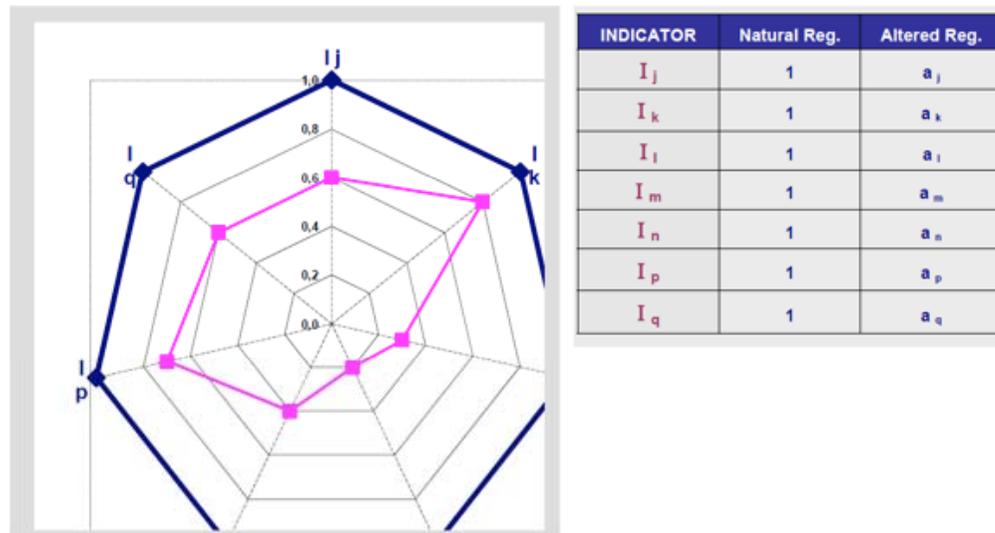
## Gaps metodi rilevamento habitat (es. RHS, Caravaggio)

- Mancata considerazione dei **processi fisici**: principale lacuna della maggior parte dei metodi esistenti, compresi molti dei metodi usati per WFD
- Scale spaziali inadeguate, terminologia inadeguata, ecc.



# Idrologia e WFD

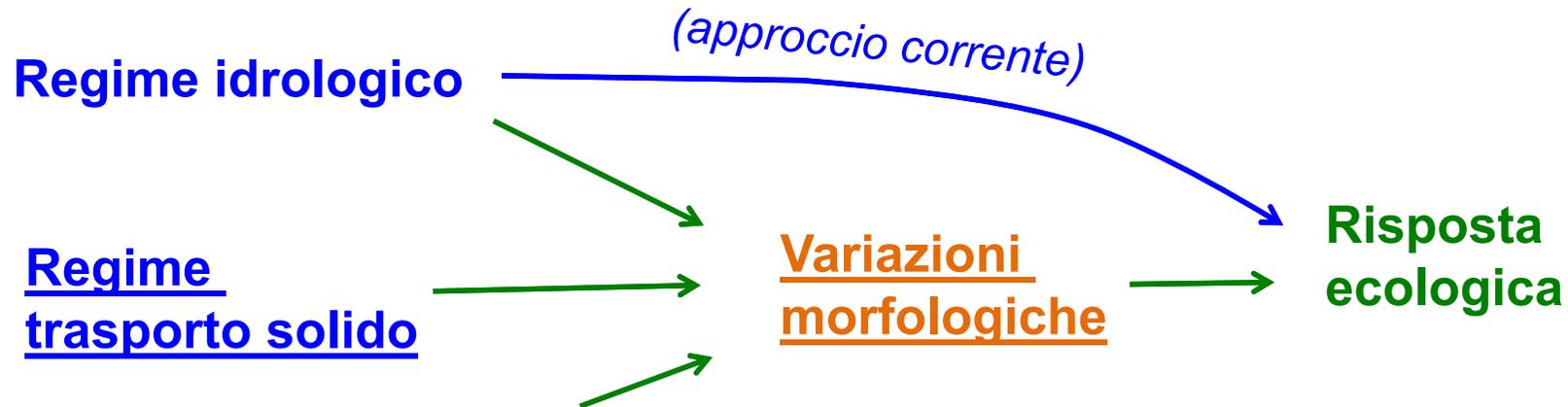
- Valutazione dell'alterazione del regime idrologico: **IARI** (ISPRA, 2009), **IAHRIS**
- Uso di 33 Indicatori di Alterazione Idrologica (**IHA**: Richter et al. 1996; Poff et al. 2003) relativi a 5 componenti del regime idrologico (magnitudo, frequenza, durata, tempo, tassi di variazione)



Poligoni raffiguranti i valori di un indicatore per condizioni di riferimento e condizioni attuali.

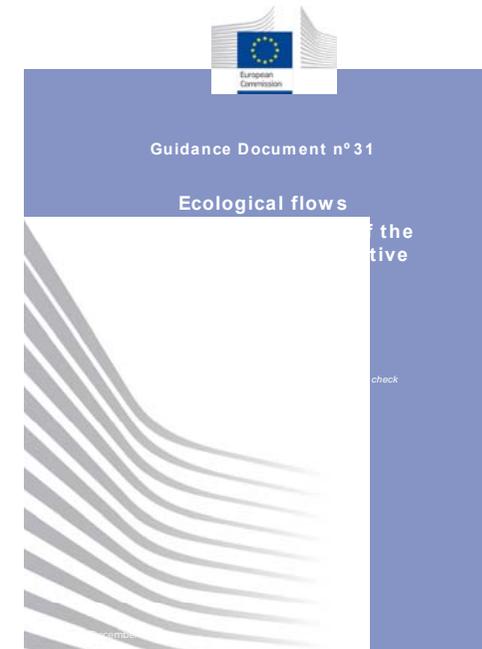
# Environmental Flows (E-Flows)

## Misure di E-flows possibili



## Interventi di "ricostruzione morfologica"

- Necessità di includere sedimenti e dinamica morfologica nella valutazione degli *E-Flows* recepita nel recente ***Guidance Document n° 31 – Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive***



- ***REFORM Workshop: Linking e-flows to sediment dynamics***

# *Dinamica morfologica e pericolosità*



Danni derivanti da modifiche morfologiche non previsti nelle mappe di inondabilità



# *Dinamica morfologica e pericolosità*



- Attenzione e sforzi dedicati al monitoraggio morfologico attraverso impiego di tecniche già disponibili (es. LiDAR – foto aeree bassa quota, ecc.) ancora ridotti

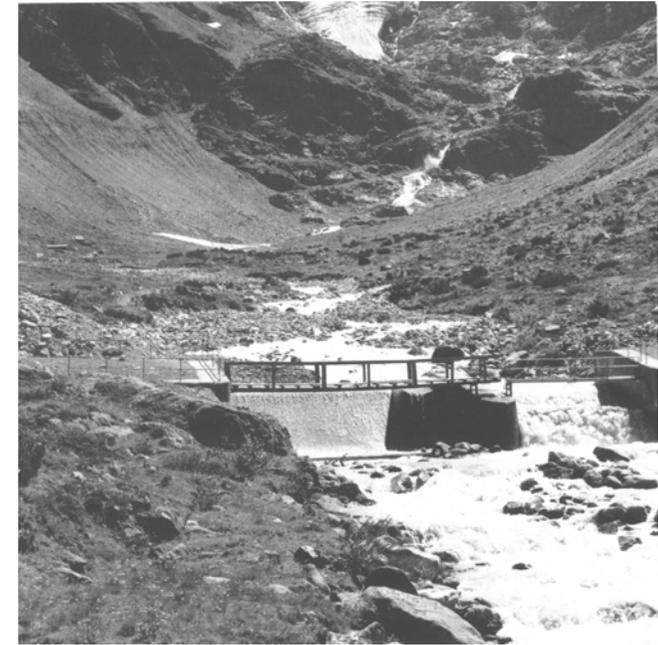
# *Dinamica morfologica e pericolosità*



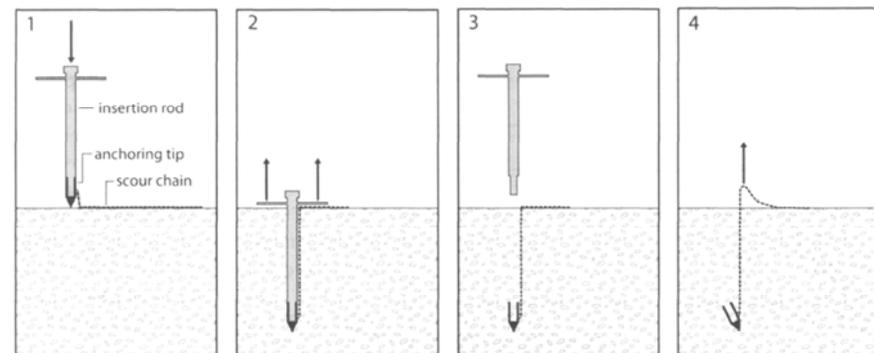
- Necessità di strumenti di valutazione e di previsione delle possibili variazioni morfologiche
- Inclusione di tali aspetti nei modelli di preannuncio e nella mappatura di aree a rischio ancora marginale

# Misura del trasporto solido

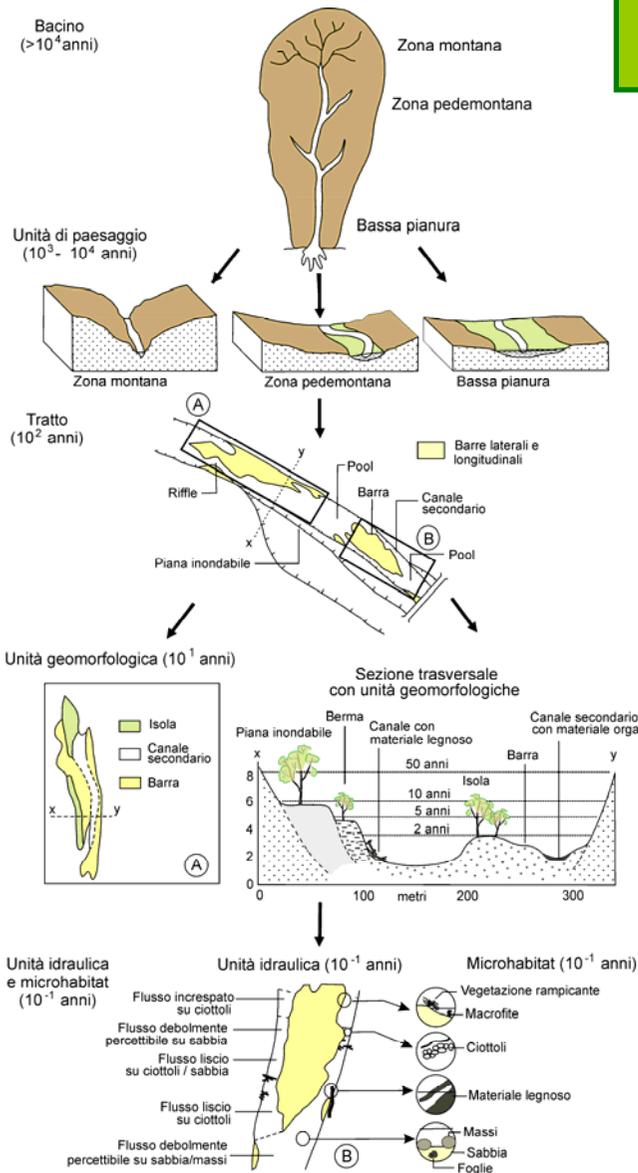
- Sensori piezoelettrici (*PBIS: piezoelectric bedload impact sensors*)
- Geofoni



- Difficoltà alvei di grandi dimensioni (braided, ecc.)
- Stime indirette tramite catene e traccianti
- Metodo morfologico



# Scale spaziali



**Bacino / sottobacino**

**Unità fisiografica**

*Segmento*

**Tratto**

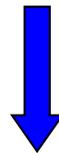
**Unità morfologica**

**Unità idraulica**

**Unità sedimentaria**

*Controlli su carattere e comportamento del fiume*

*Top-down*



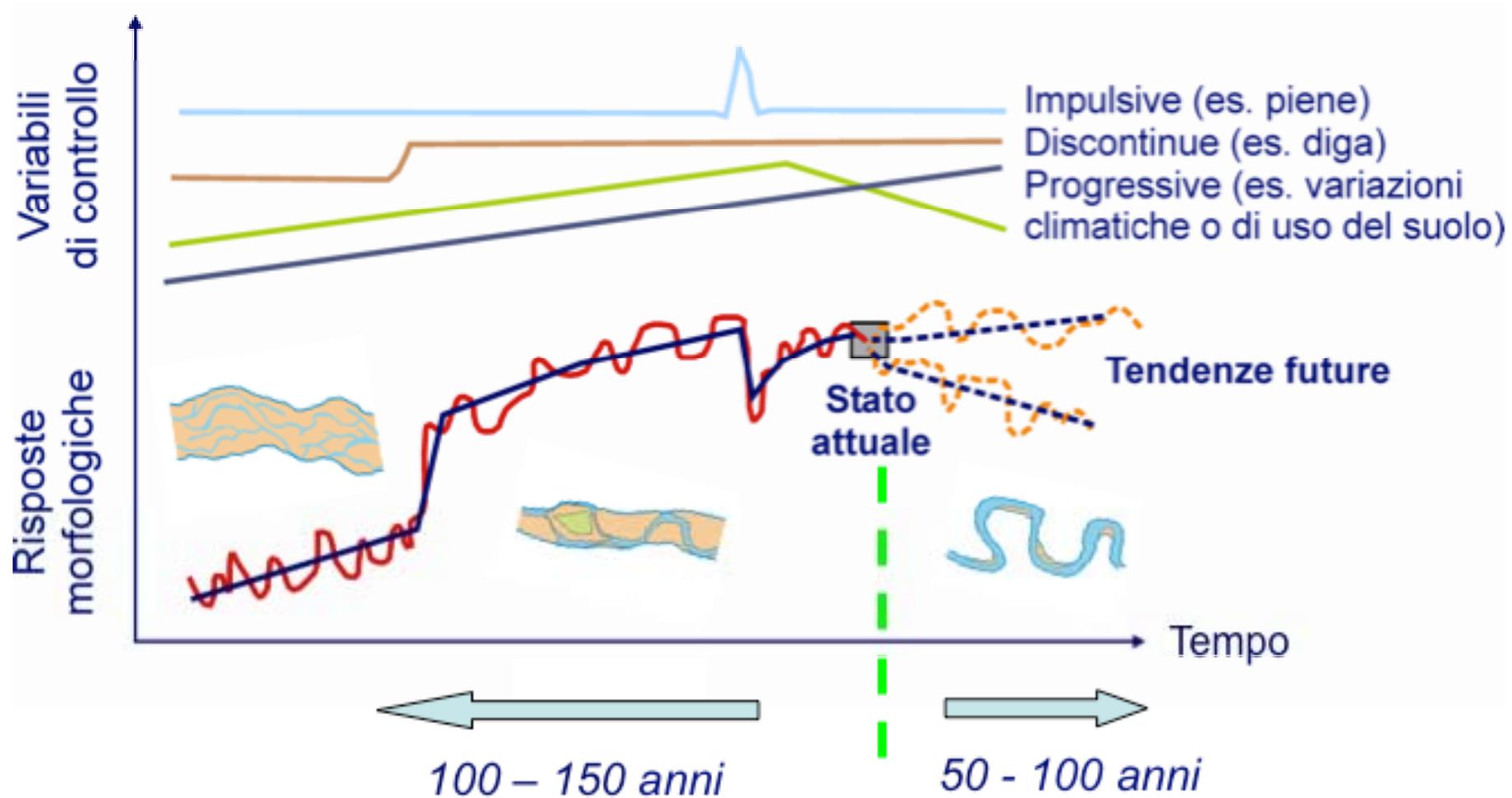
*Variabili guida e condizioni al contorno omogenee*

*Bottom-up*



*Associazione dinamica di unità morfologiche (habitat fisici)*

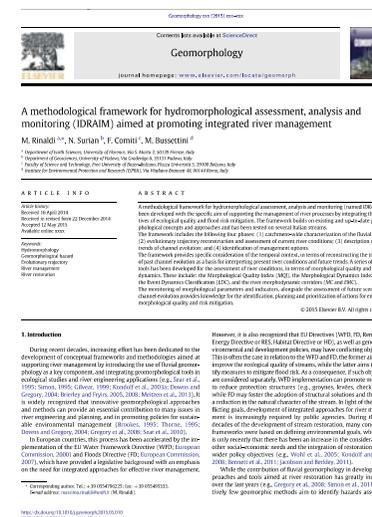
# *Il contesto temporale: traiettoria di evoluzione*



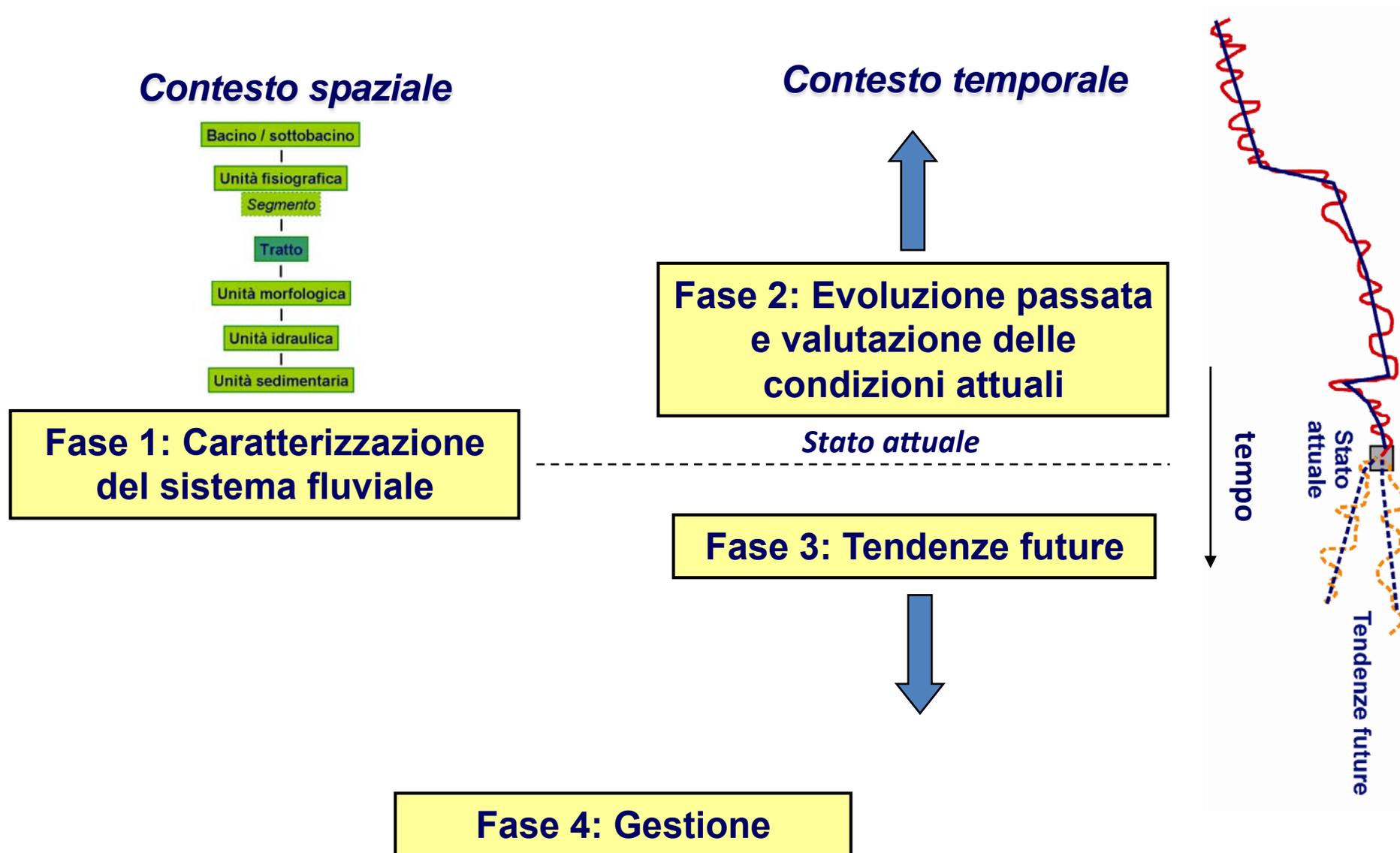
# La metodologia IDRAIM

- (1) Approccio **open-ended** con alcuni *tools* più prescrittivi
- (2) Approccio gerarchico multi-scala
- (3) **Componente temporale;**
- (4) Metodo progettato per essere usato da **agenzie pubbliche**
- (5) **Telerilevamento – GIS e rilievo sul terreno**

Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussettini M. (2015). A methodological framework for hydromorphological assessment, analysis and monitoring (IDRAIM) aimed at promoting integrated river management. *Geomorphology*.



# La metodologia IDRAIM

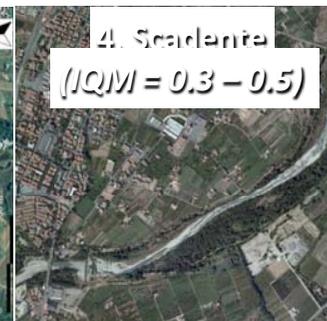
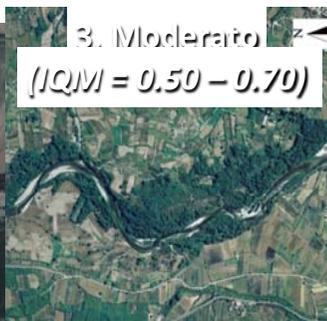
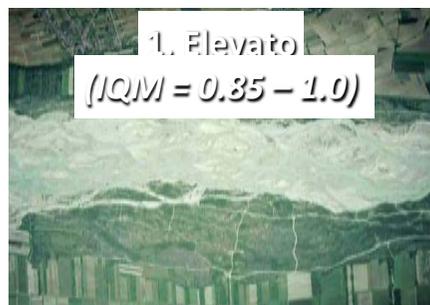


# L'Indice di Qualità Morfologica (IQM)

Funzionalità geomorfologica	
<b>Continuità</b>	
F1	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso
F2	Presenza di piana inondabile
F3	Connessione tra versanti e corso d'acqua
F4	Processi di arretramento delle sponde
F5	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile
<b>Morfologia</b>	
Configurazione morfologica	
F6	Morfologia del fondo e pendenza della valle
F7	Forme e processi tipici della configurazione morfologica
F8	Presenza di tipiche forme di pianura
Configurazione sezione	
F9	Variabilità della sezione
Struttura e substrato alveo	
F10	Struttura del substrato
F11	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni
<b>Vegetazione</b>	
F12	Ampiezza formazioni funzionali
F13	Estensione lineare formazioni funzionali lungo le sponde

Artificialità	
<b>Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte</b>	
A1	Opere di alterazione delle portate liquide formative
A2	Opere di alterazione delle portate solide
<b>Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto</b>	
A3	Opere di alterazione delle portate liquide formative
A4	Opere di alterazione delle portate solide
A5	Opere di attraversamento
<b>Alterazione della continuità laterale</b>	
A6	Difese di sponda
A7	Arginature
<b>Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato</b>	
A8	Variazioni artificiali di tracciato
A9	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato
<b>Interventi di manutenzione e prelievo</b>	
A10	Rimozione di sedimenti
A11	Rimozione di materiale legnoso
A12	Taglio della vegetazione in fascia perfluviale

Variazioni morfologiche	
V1	Variazioni della configurazione morfologica
V2	Variazioni di larghezza
V3	Variazioni altimetriche

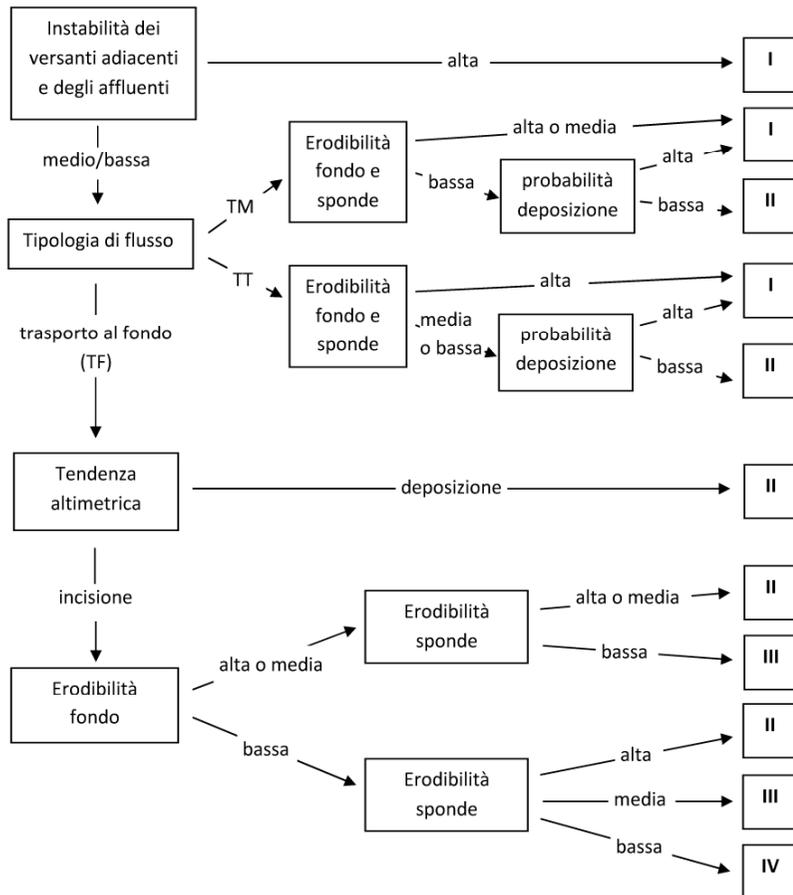




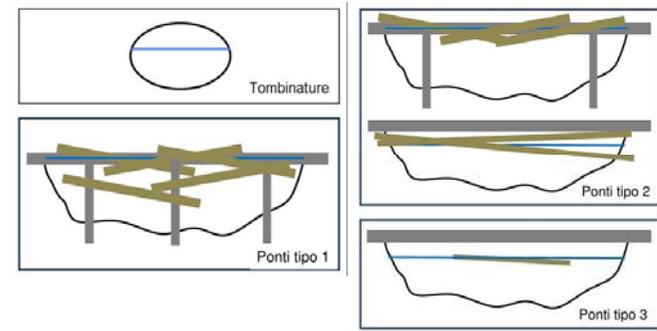
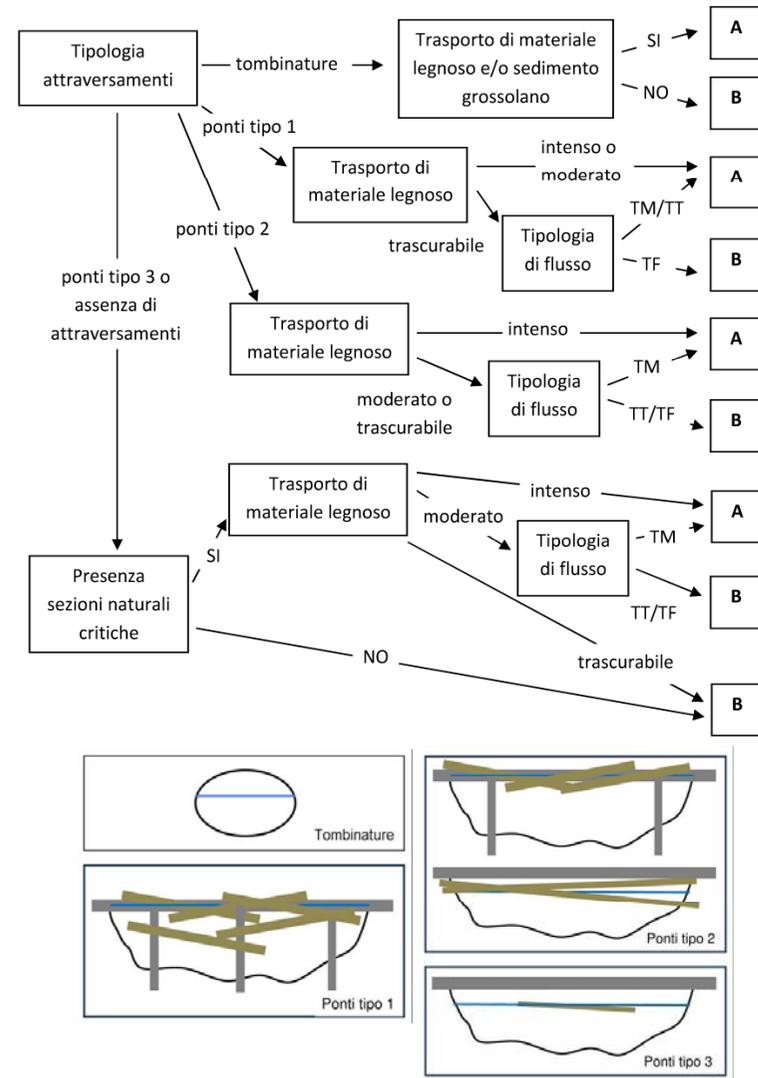
# Classificazione Dinamica Evento (CDE)

## Approccio: percorso logico (flow chart)

### 1. Entità variazioni morfologiche

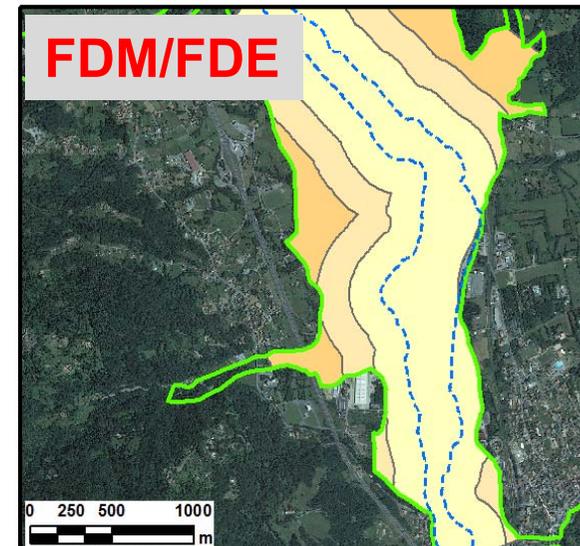
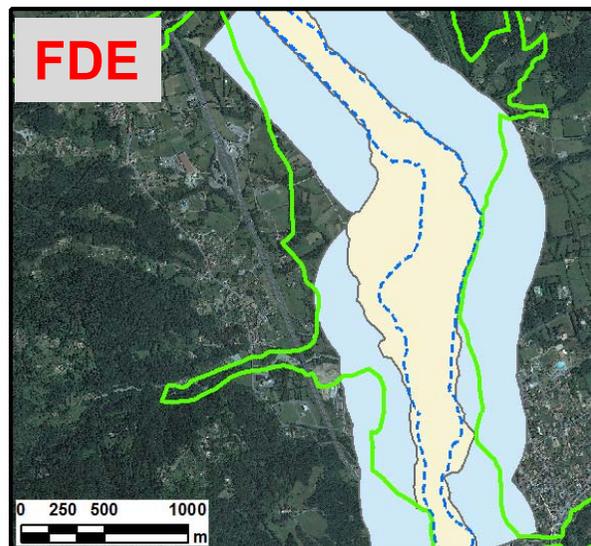
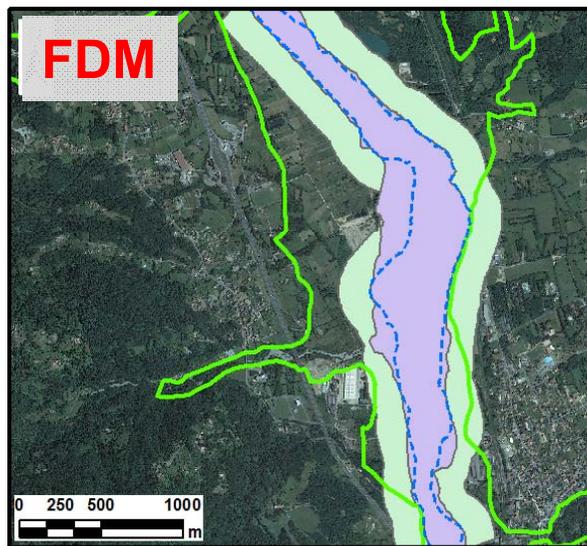


### 2. Valutazione probabilità occlusione



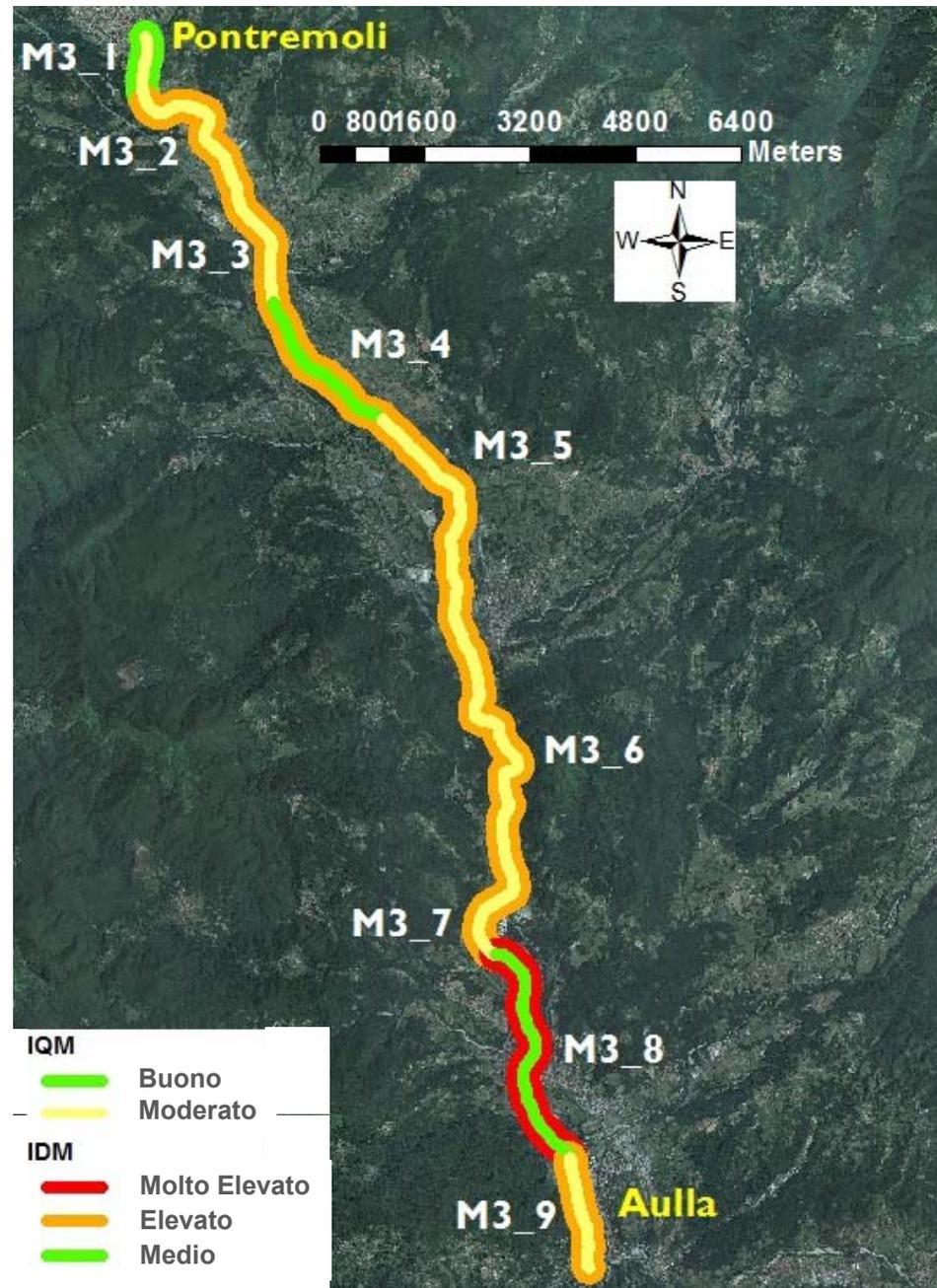
# Fasce fluviali di dinamica morfologica

	Evoluzione storica	Erosione potenziale e probabilità di avulsioni	Elementi naturali di confinamento	Opere di difesa e altri elementi antropici
<b>FDM</b>	Anni '50 XX sec. - presente	50 anni	Non prioritario	Prioritario
<b>FDE</b>	XIX/inizio XX sec. - presente	Fattore moltiplicativo: 50 o 100	Prioritario/Non prioritario (*)	Non prioritario

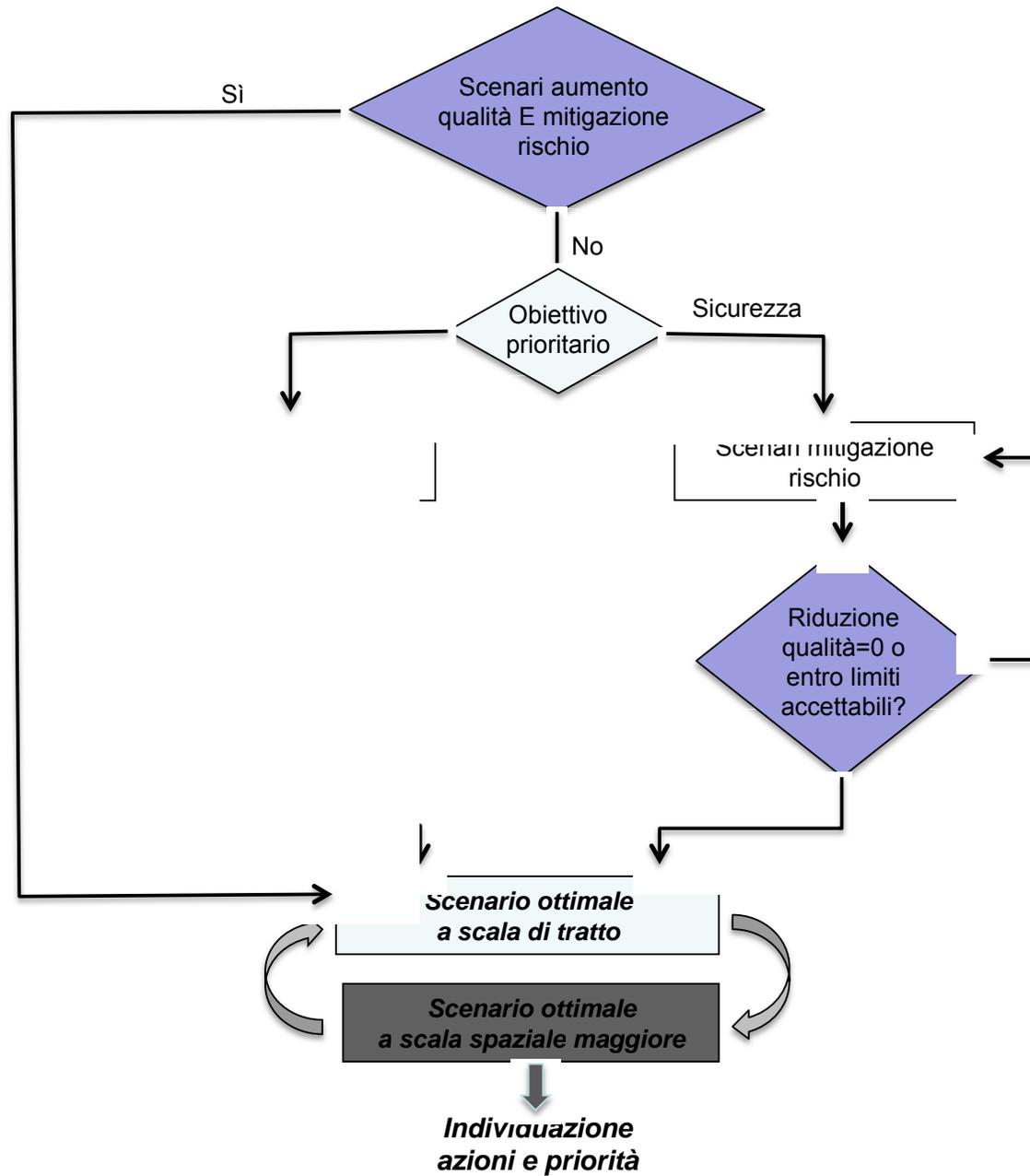




# Qualità vs dinamica morfologica



# Gestione





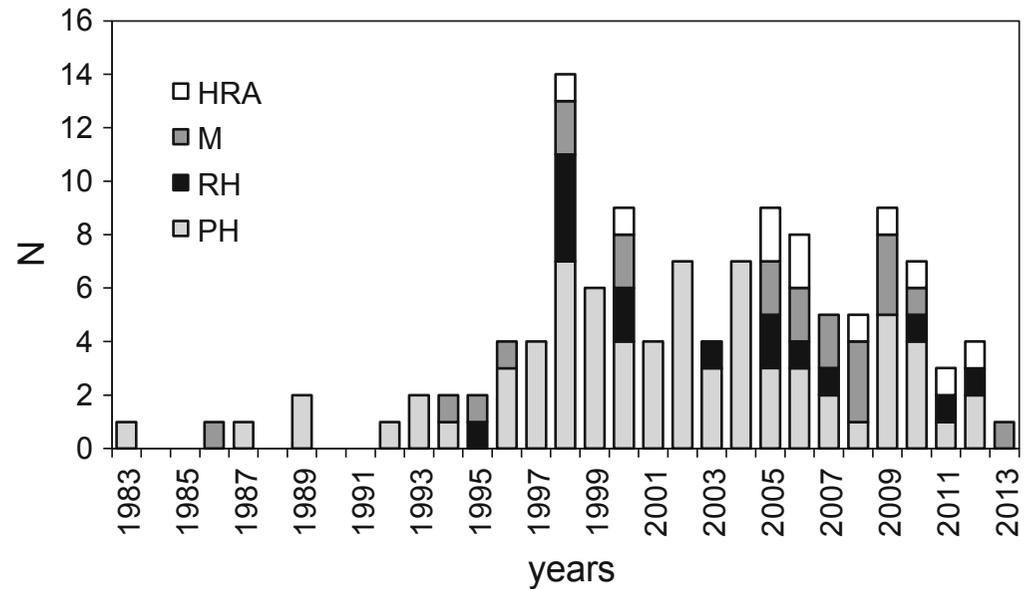
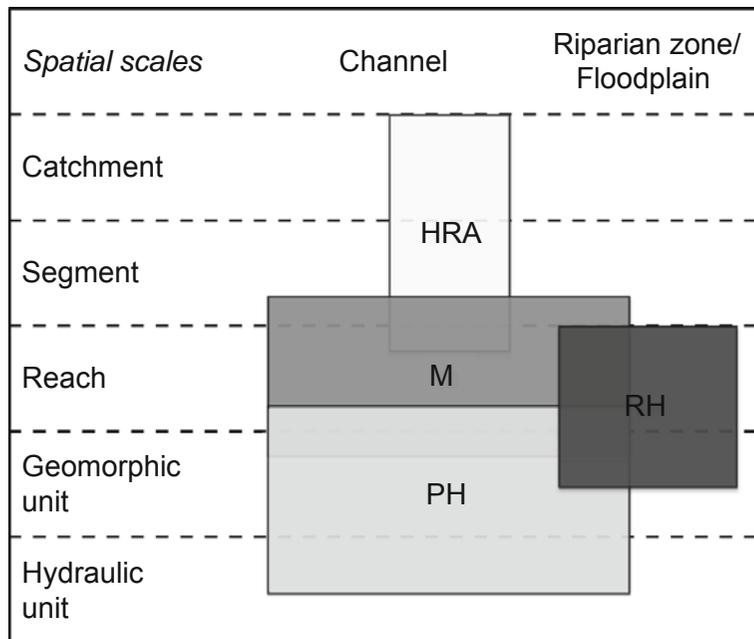
# Idrologia e WFD

		STATO MORFOLOGICO	
		ELEVATO	NON ELEVATO
STATO IDROLOGICO	ELEVATO	ELEVATO	NON ELEVATO
	BUONO	ELEVATO	NON ELEVATO
	NON BUONO	NON ELEVATO	NON ELEVATO

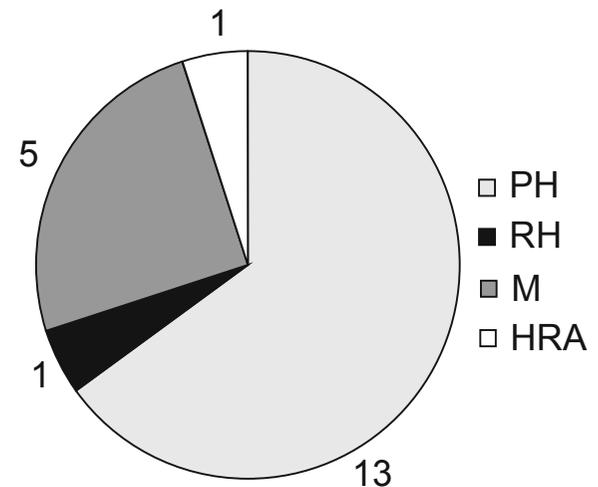
## Classificazione dello stato idromorfologico (DM 260/2010)

- Monitoraggio idromorfologico obbligatorio su tutti i corpi idrici in funzione dell' analisi di rischio (D.M. 56/2009)
- Monitoraggio idrologico: misura portate liquide necessaria per verificare alterazioni del regime idrologico (incluse portate formative)

# Metodi di valutazione idromorfologica

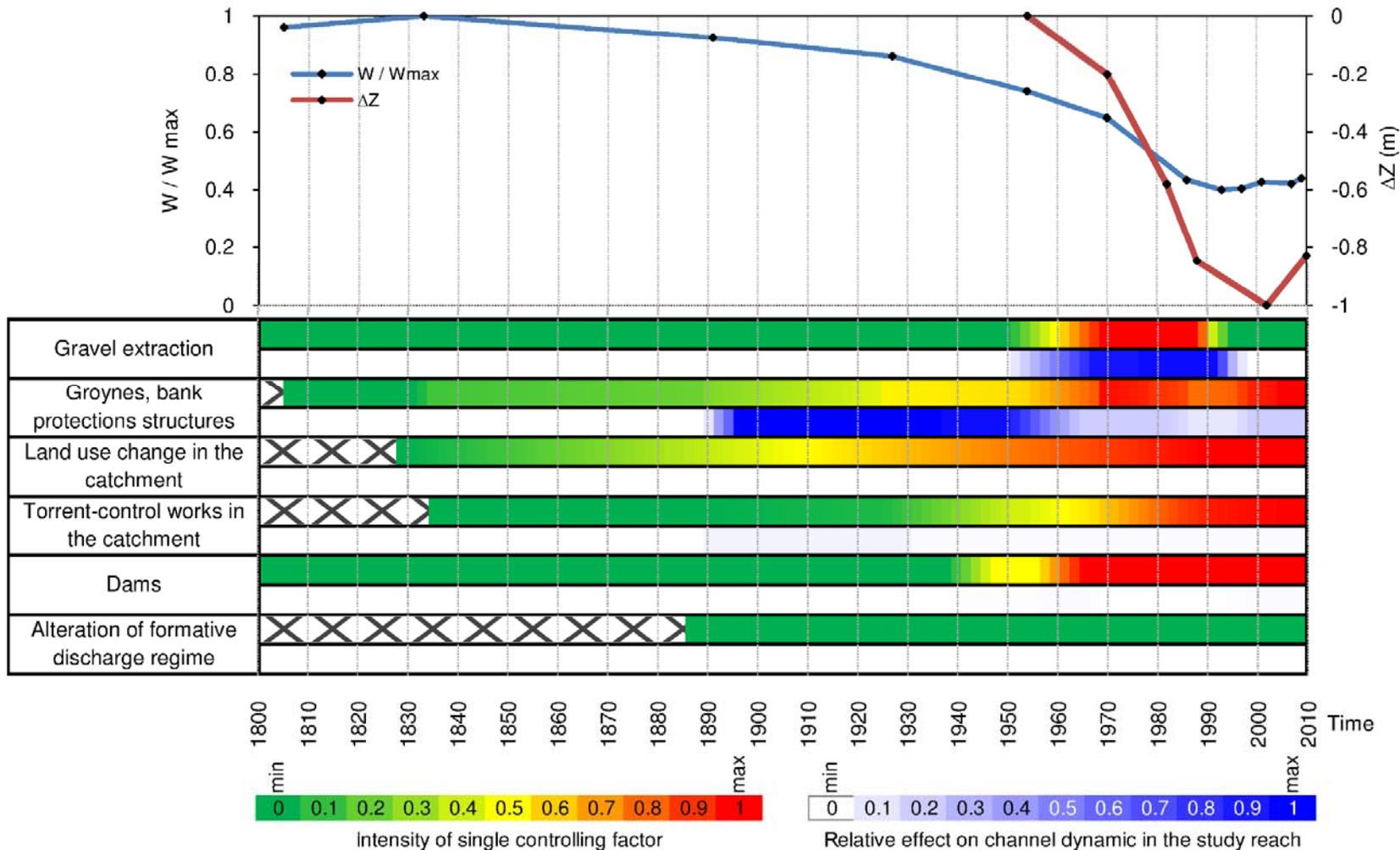


PH: Physical habitat assessment  
 RH: Riparian habitat assessment  
 M: Morphological assessment  
 HRA: Hydrological regime alteration assessment



Metodi usati per WFD

# Il contesto temporale: traiettoria di evoluzione



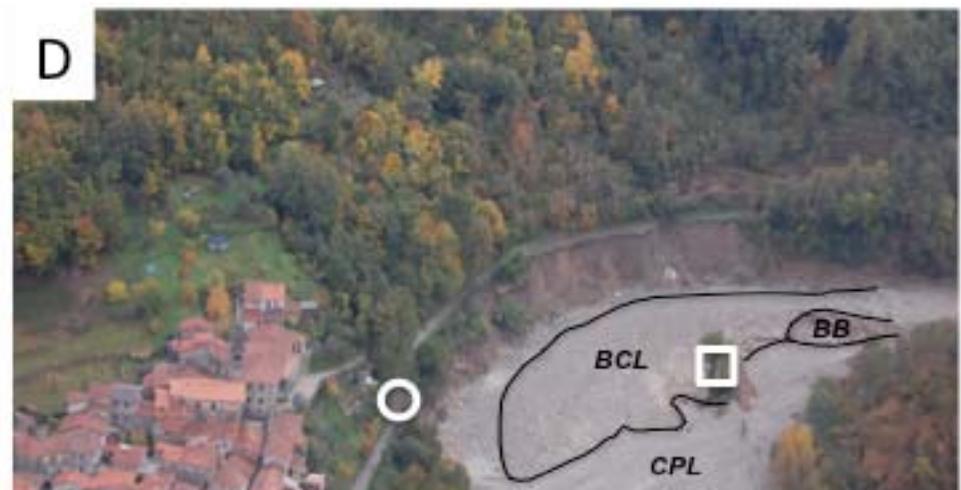
Traiettoria di evoluzione e fattori di controllo lungo il Tagliamento negli ultimi 200 anni

# ***Dinamica morfologica e pericolosità***

Ottobre 2011 (prima della piena)



Novembre 2011 (dopo la piena)



Piena del 25 Ottobre 2011 nel bacino del Fiume Magra: esempi di variazioni morfologiche lungo i torrenti Mangiola e Teglia



UNIFI

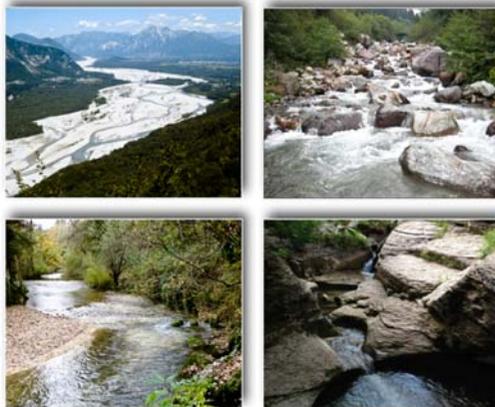
# **IDRAIM** (sistema **IDR**omorfologico di valutazione, **Analisi** e **Monitoraggio** dei corsi d'acqua)



ISPRA



**IDRAIM**  
Sistema di valutazione  
**id**romorfologica,  
**analisi** e **m**onitoraggio  
dei corsi d'acqua



113 / 2014

MANUALI E LINEE GUIDA



**SUM**  
Sistema di rilevamento e  
classificazione delle **unità**  
**m**orfologiche dei corsi  
d'acqua



122 / 2015

MANUALI E LINEE GUIDA

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/idraim-sistema-di-valutazione-idromorfologica-analisi-e-monitoraggio-dei-corsi-dacqua>

# L'Indice di Qualità Morfologica (IQM)

## FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA

### Continuità

		parz.	prog.
<b>F1</b>	<b>Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso</b>		
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0	
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	3	
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	5	

### ARTIFICIALITA'

#### Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

		parz.	prog.
<b>A1</b>	<b>Opere di alterazione delle portate liquide</b>		
A	Alterazioni nulle o poco significative ( $\leq 10\%$ ) delle portate formative e con $TR > 10$ anni	0	
B	Alterazioni significative ( $> 10\%$ ) delle portate con $TR > 10$ anni	3	
C	Alterazioni significative ( $> 10\%$ ) delle portate formative	6	

### VARIAZIONI MORFOLOGICHE

		parz.	prog.
<b>V1</b>	<b>Variazioni della configurazione morfologica</b> <i>(si applica solo ad alvei con larghezza <math>&gt; 30</math> m)</i>		
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0	
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3	
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	6	

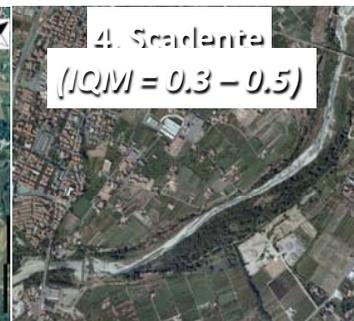
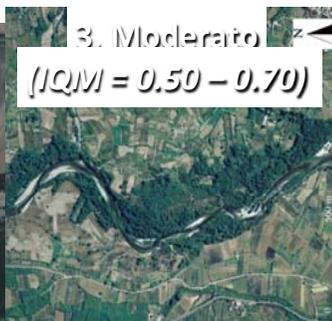
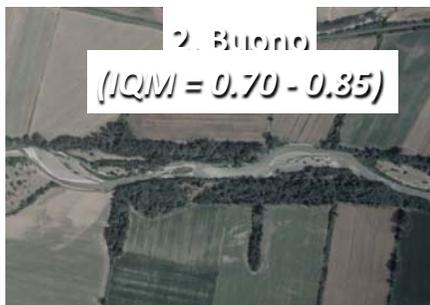
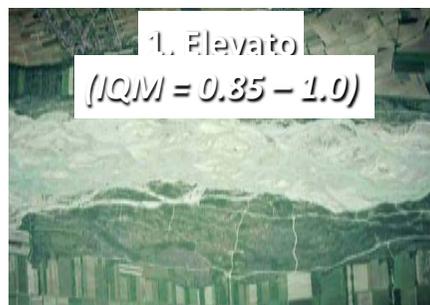
Indice di Qualità Morfologica:

$$IQM = 1 - IAM =$$

Classe di qualità del tratto:

$0 \leq IQM < 0.3$ : Pessimo o Cattivo;  $0.3 \leq IQM < 0.5$ : Scadente o Scarso;  $0.5 \leq IQM < 0.7$ : Moderato o Sufficiente;

$0.7 \leq IQM < 0.85$ : Buono;  $0.85 \leq IQM \leq 1.0$ : Elevato



# Esempio 1: Fiume Magra



## Tratto M3\_4

IQM=0.78 (buono)

IDM=0.77 (elevato)

CDE= elevata

## ***Esempio 2: Fiume Aurino***



Interventi riqualificazione: rimozione difese di sponda, allargamento alveo, innalzamento del fondo attraverso reintroduzione di sedimenti, creazione di isole

### **Pre-riqualificazione (2000)**

IQM=0.52 (moderato)

IDM=intermedio

CDE= elevata

### **Post-riqualificazione (2013)**

IQM=0.73 (buono)

IDM=intermedio (no variazioni significative)

CDE= elevata