

Regione Umbria



CIPLA Centro Interuniversitario
Per L'Ambiente • Università degli Studi di
Perugia • Libera Università Internazionale
degli Studi Sociali "Guido Carli" •
Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"



CIPLA

Giornata Mondiale
dell'Ambiente

Piano Operativo Ambiente FSC 2014-2020
Asse 2 - Linea di Azione 2.3.1
Interventi per il miglioramento della
qualità dei corpi idrici
(Progetto ACQUACENTRO)

Gli studi in atto nella REGIONE UMBRIA

***Il contributo dell'Idromorfologia nella definizione
dello stato di qualità dei corsi d'acqua***

Corrado Cencetti, Pierluigi De Rosa, Andrea Fredduzzi



DIPARTIMENTO
DI FISICA E GEOLOGIA

Assisi, 5 giugno 2025

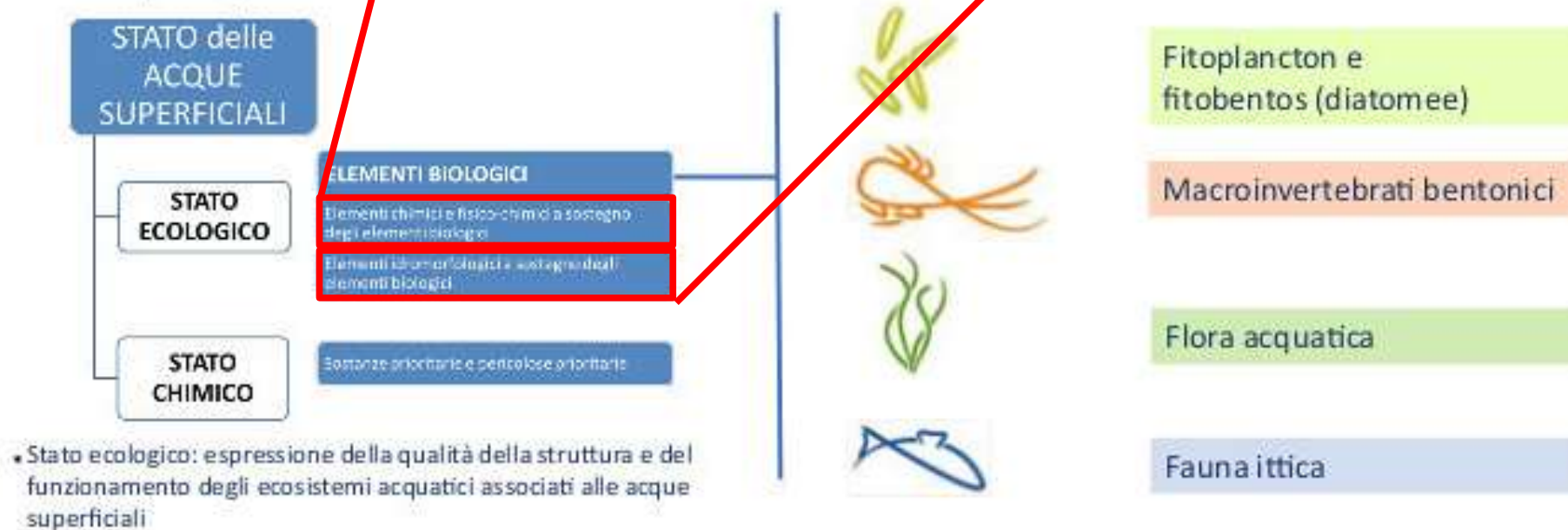
Elementi chimici e fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici

Elementi idromorfologici a sostegno degli elementi biologici

Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE

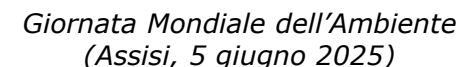
Art. 4 Obiettivi ambientali acque superficiali

comma 1, a ii) raggiungere un buono stato delle acque superficiali...



Da: <https://www.mase.gov.it/portale/web/guest/obiettivi-ambientali>

ma anche altre professionalità
come: **avvocati, giudici,**
economisti, medici ecc.



Le diverse professionalità utilizzano inevitabilmente

APPROCCI DIVERSI

nel senso che si utilizzano **linguaggi** e **criteri** diversi, determinando spesso:

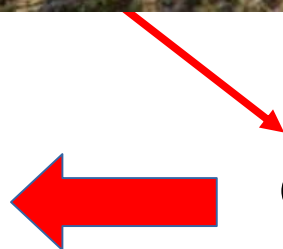
- **confusione** nell'impostazione scientifica dello studio dei caratteri e dei processi (e, di conseguenza, degli interventi da realizzare);



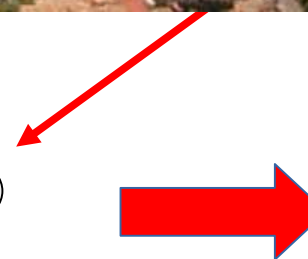
- **errori o contraddizioni** nelle Direttive, nelle Leggi e nelle Norme Tecniche specifiche.



Tempo di ritorno
**3-5
anni**



Conflitto!



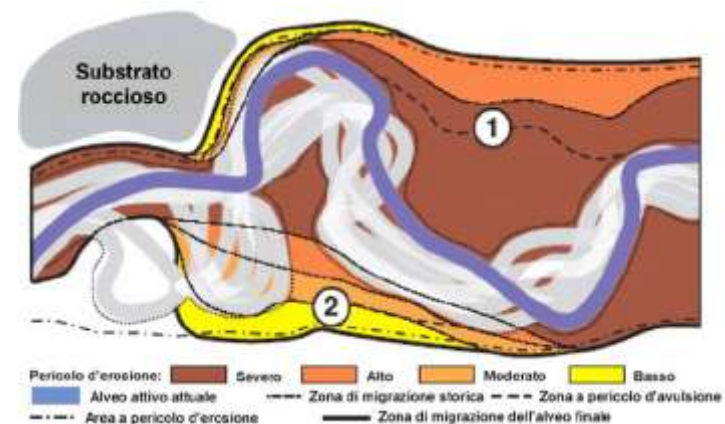
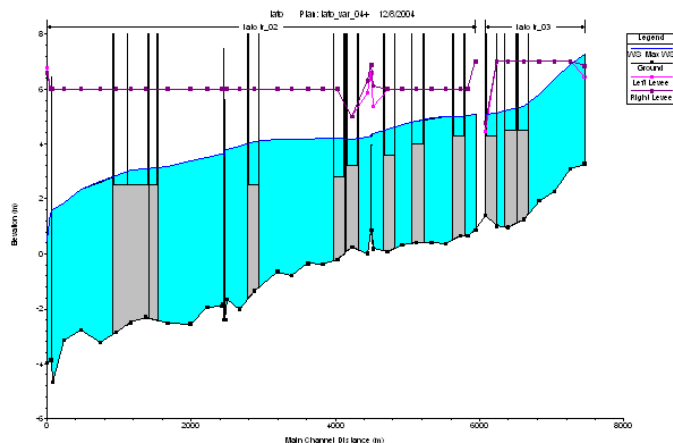
Tempo di ritorno
**100-500
anni**

L'APPROCCIO IDROLOGICO-IDRAULICO E L'APPROCCIO MORFOLOGICO-SEDIMENTARIO

Gli approcci “base”, sempre comunque necessari nello studio dei processi fluviali sono due:

- L'approccio **idrologico-idraulico**
- L'approccio **morfologico-sedimentario**

I due approcci di studio non si pongono in alternativa tra loro, ma si pongono in parallelo e si completano a vicenda.



L'APPROCCIO IDROLOGICO-IDRAULICO

L'approccio **idrologico-idraulico**, classico dell'**Ingegneria idraulica**, utilizza i **metodi statistici** (serie storiche di dati idrologici e leggi dell'Idraulica per definire i rapporti fra **alveo**, **sedimenti** e **corrente idrica**. Per la complessità dei fenomeni, talora si utilizzano anche **modelli fisici in scala**.



L'APPROCCIO MORFOLOGICO-SEDIMENTARIO

Nell'approccio **morfologico-sedimentario** (tipico dell'**Idromorfologia**) non si considerano serie storiche, valide statisticamente e attendibili, di dati di afflussi o di deflussi (idrici e di trasporto solido) ma si considerano i loro **“effetti formativi”** caratteristici del sistema fiume, a diverse scale spaziali e temporali.

Ciò rende quindi **possibile studiare un problema e risolverlo** in qualsiasi fiume in **tempi compatibili** con quelli di norma disponibili per le attività di pianificazione o di progettazione.

Ma in che cosa consiste

l'APPROCCIO MORFOLOGICO-SEDIMENTARIO ?

Significa **OSSERVARE**, analizzare, studiare, **DESCRIVERE**, per quanto possibile con un linguaggio **QUANTITATIVO**, il

SISTEMA NATURALE «FIUME»



I **caratteri morfologico-sedimentari** di un sistema alveo – pianura alluvionale rappresentano un elemento importante del processo di **conoscenza** del sistema stesso, che è la base imprescindibile per poterlo correttamente **“gestire”**.

Tali caratteri sono il frutto della **storia** del sistema, cioè dei processi morfologici ed idraulici che hanno agito in passato e di quelli che agiscono tuttora nel sistema stesso.



L'**osservazione**, il **rilevamento** e soprattutto la **corretta interpretazione** del dato morfologico-sedimentario sono gli strumenti essenziali di questo processo di conoscenza.



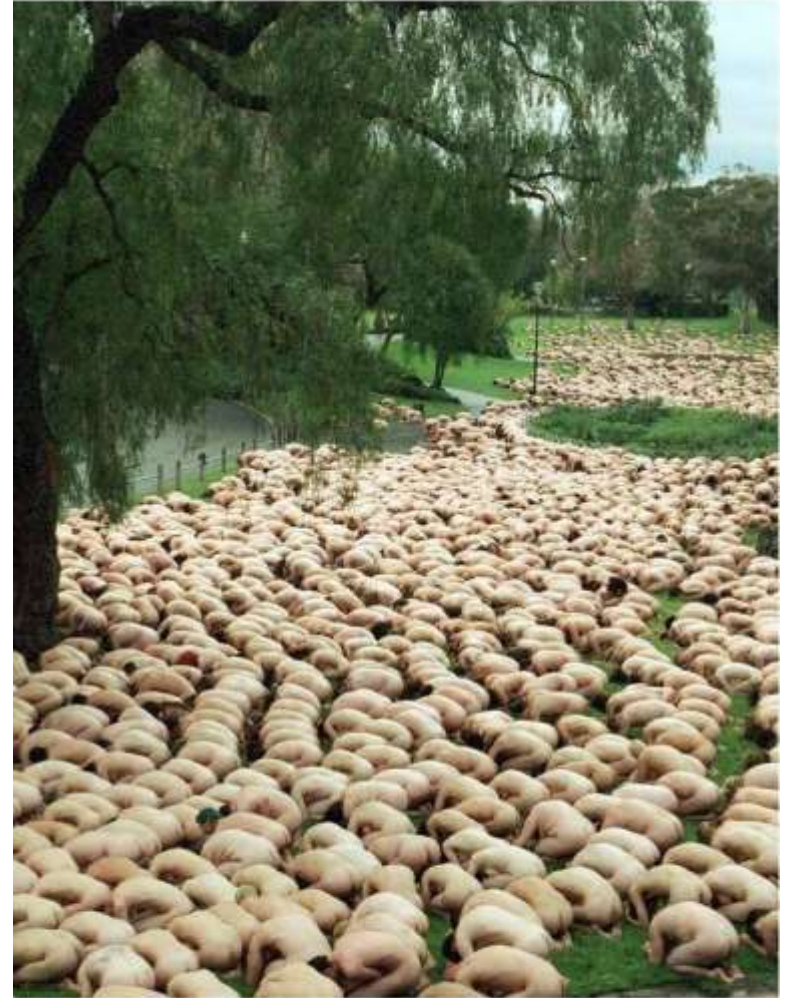
*Il Fiume Paglia: è evidente il passaggio da una fase di **sedimentazione** (testimoniata dai depositi affioranti lungo la scarpata fluviale) a una successiva fase di **erosione**, che ha permesso all'alveo di raggiungere il substrato dei depositi stessi (qui rappresentato da argille marine del Pliocene).*

Senza esagerare nell'osservazione e nel rilevamento.....



If you see sheep . . .

... importante è la
corretta interpretazione
del dato!



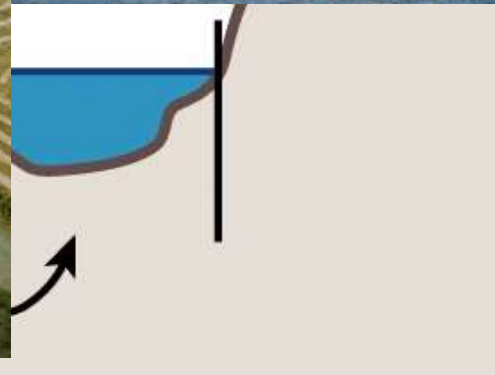
. . . you need glasses!

Ma quali sono i **CARATTERI MORFOLOGICO-SEDIMENTARI** ?

- Il/i **canale/i di magra**, il cui numero varia a seconda della tipologia di alveo fluviale.....

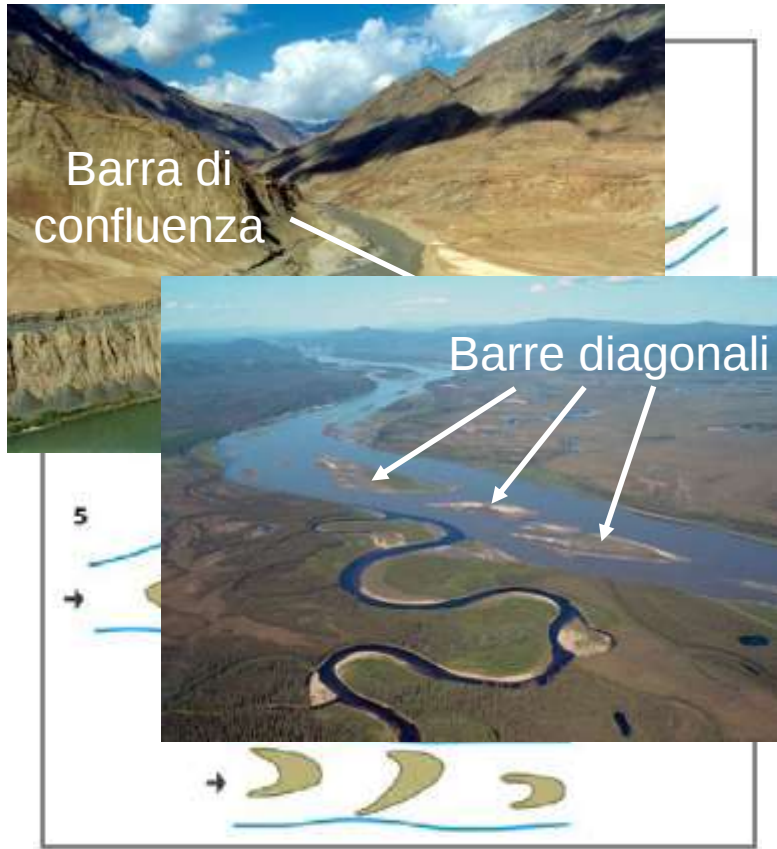


- Le sponde dell'alveo «



- I corpi sedimentari mobili, cioè le **barre** ...

La loro presenza è sempre correlata al trasporto solido di fondo e aumenta all'aumentare di questo e all'aumentare della variabilità delle portate.



Per valutare il grado di mobilità delle barre è utile rilevare il loro stato in rapporto al **clima** ed alla **vegetazione**.



MOBILITÀ

CRESCENTE

nude

inerbite

cespugliate

arborate

coltivate

abitate

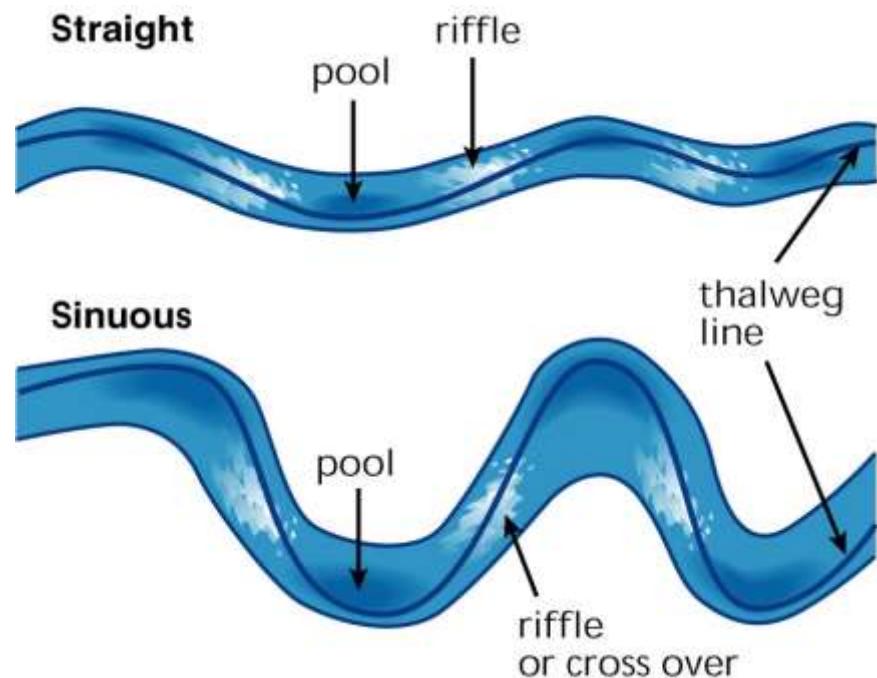
- Le **forme di fondo**, spesso dovute alla presenza di corpi sedimentari sommersi.

Tipiche, ad esempio, sono le **sequenze di riffles e pools**



Pool = «pozza»

riffle = «rapida»



Le **granulometrie** (cioè le dimensioni dei sedimenti) delle componenti dell'alveo: sponde, barre, canale.

I metodi di **campionamento** e quelli di **analisi** variano a seconda delle dimensioni dei sedimenti e delle condizioni e della tipologia di alveo.



Le confluenze e i loro rapporti con l'alveo principale, soprattutto in termini di apporto sedimentario....



Le **componenti biotiche** e in particolare la **vegetazione**, che può contribuire alla stabilizzazione delle sponde, ma può anche diventare un pericolo se ostacola il normale deflusso della corrente....



Anche i **caratteri antropici** sono oggetto di analisi:

- le **opere trasversali e longitudinali**

Documentano quale era lo stato dell'alveo al momento della loro realizzazione ed evidenziano le tendenze evolutive attuali dell'alveo...



- le **attività** che influenzano **direttamente** la dinamica fluviale (estrazione di inerti, sistemazioni d'alveo)...



...e quelle che la influenzano **indirettamente** (si pensi al modo in cui si è modificata nel tempo l'attività agricola che condiziona l'apporto di materiale ai fiumi)

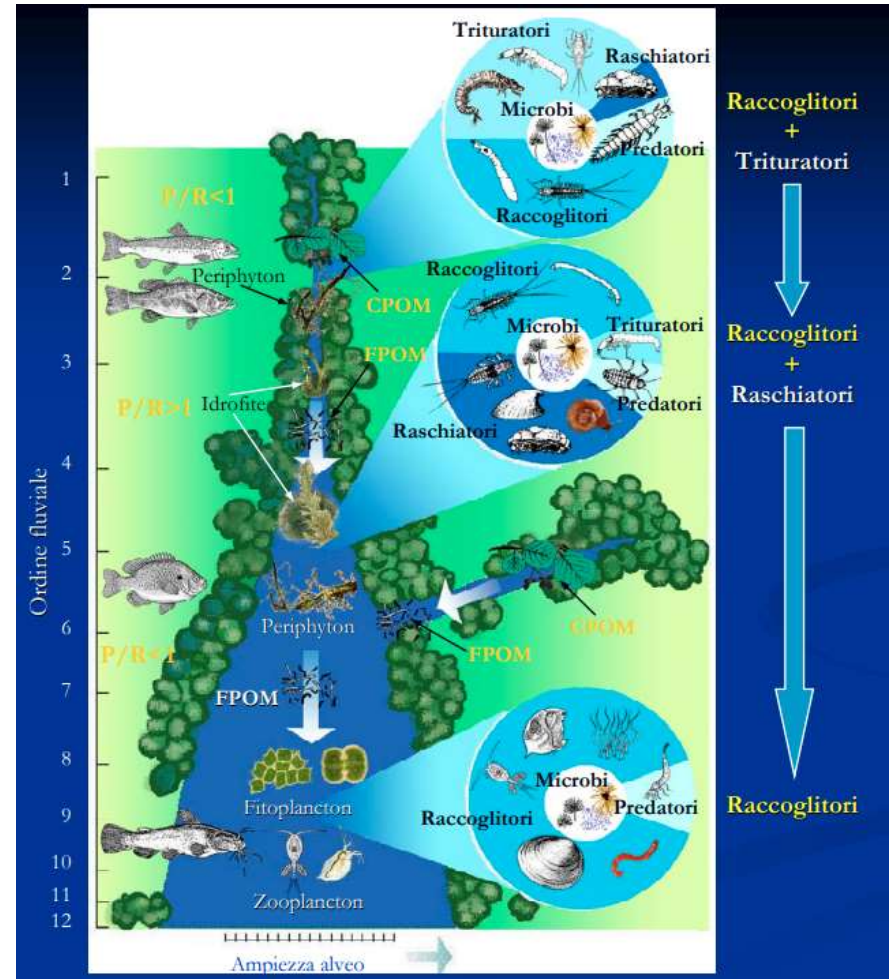


L'**IDROMORFOLOGIA** analizza
tutti i **caratteri morfologici**,
sedimentari e antropici descritti



Risulta chiaro, allora, come
questi **caratteri** che possono
essere sintetizzati con
l'aggettivo **"idromorfologici"**
possano avere un'influenza
determinante sugli habitat
fluviali e quindi sull'**ecologia
del sistema...**

...non solo perché tali caratteri
cambiano muovendosi da
monte verso valle nello stesso
corso d'acqua....



....ma anche e soprattutto perché **ogni tipologia di alveo ha caratteri idromorfologici diversi** (e quindi habitat diversi)



La **stabilità** di un sistema fluviale e quindi la sua **funzionalità** dipendono essenzialmente dalla sua capacità di **conservazione** dei caratteri idromorfologici, i quali determinano la **tendenza evolutiva naturale** del sistema stesso



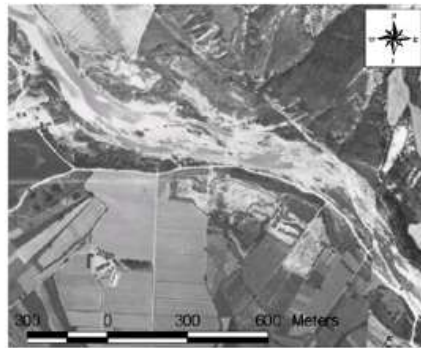
Ogni intervento artificiale (opere in alveo, attività estrattiva, “sistemazioni d'alveo”, etc.) che possa provocare un'alterazione dei caratteri idromorfologici che controllano il sistema, **altera la funzionalità del sistema** stesso, perché **modifica la sua tendenza evolutiva naturale**.



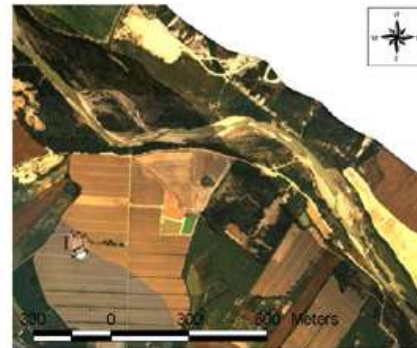
L'indizio più importante di tale **squilibrio** del sistema è la **variazione rapida dei caratteri idromorfologici**.



1954



1977



1999



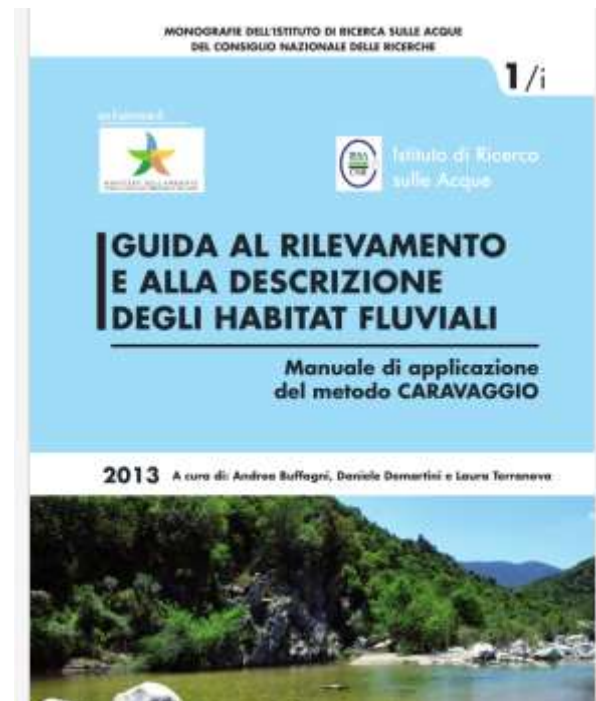
2012



2023

*L'evoluzione morfologica del F. Paglia, tra il 1954 e il 2023, evidenzia un **forte deficit sedimentario** che ha costretto il corso d'acqua a modificare la sua tendenza evolutiva naturale. Il tutto è evidenziato dal passaggio dalla tipologia di alveo intrecciato (**braided**) a quella di alveo divagante (**wandering**) con un netto e progressivo approfondimento dell'alveo (trinceramento). La causa è da imputare soprattutto all'attività estrattiva di inerti che dal dopoguerra e per molti decenni successivi ha interessato l'alveo e la pianura alluvionale del F. Paglia.*

Da qui la necessità di definire **metodi**, che si concretizzano nella definizione di **indici** che esprimono, su base idromorfologica, la **funzionalità** del sistema fluviale, in termini di più o meno accentuato allontanamento dalla **tendenza evolutiva naturale**



L'Indice CARAVAGGIO – Core Assessment of River hAbitat Value and hydromorpholoGical cOndition

IDRAIM

Sistema di valutazione
idromorfologica,
analisi e **monitoraggio**
dei corsi d'acqua



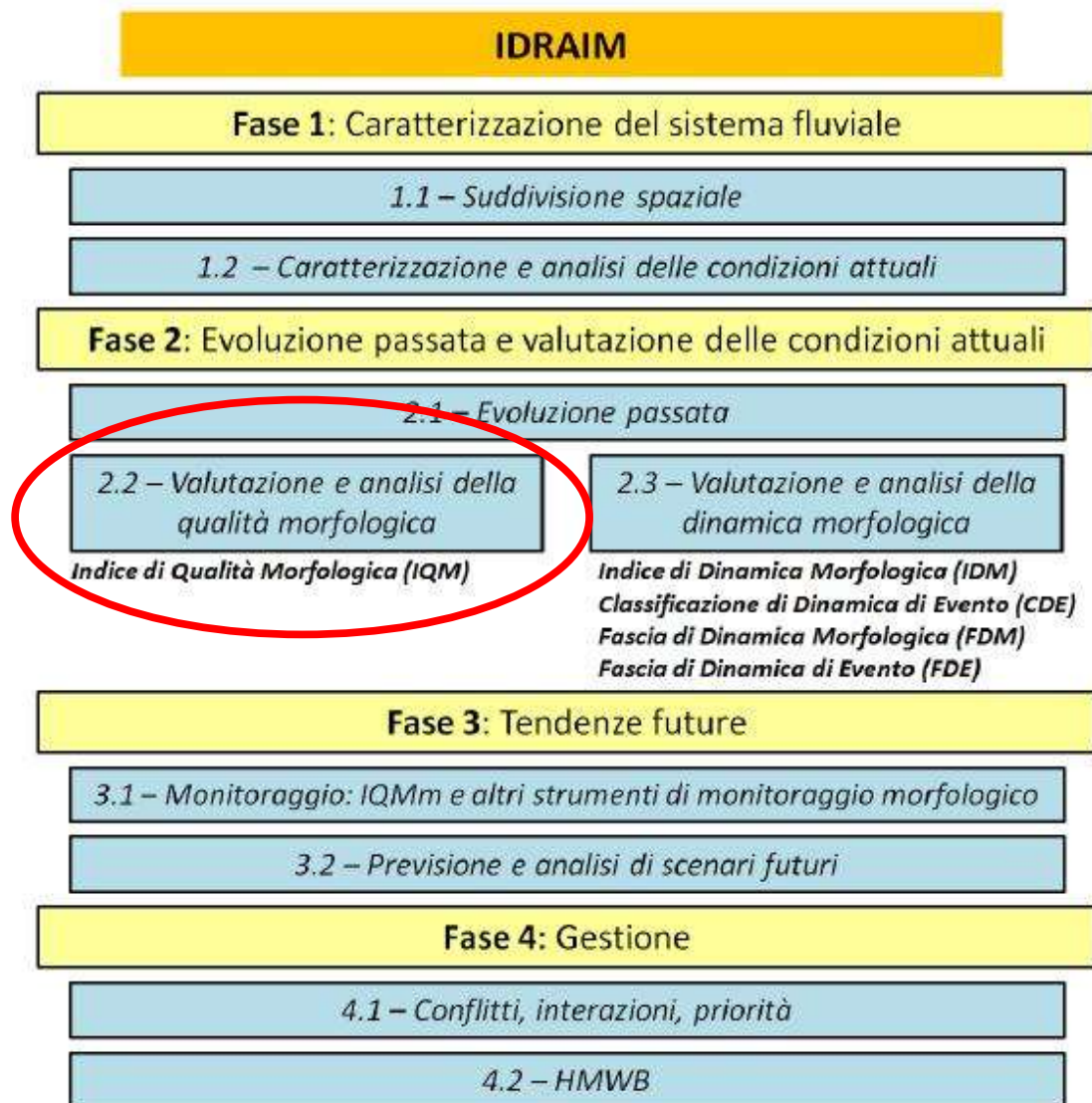
113 / 2014

MANUALI E LINEE GUIDA

In questo contesto, l'**ISPRA** ha proposto un *Sistema di valutazione **IDR**omorfologica, **Analisi** e **Monitoraggio** dei corsi d'acqua (**IDRAIM**)* che costituisce un quadro metodologico finalizzato alla definizione delle misure di mitigazione degli impatti ai fini della pianificazione integrata prevista dalle Direttive 2000/60/CE e 2007/60/CE.

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

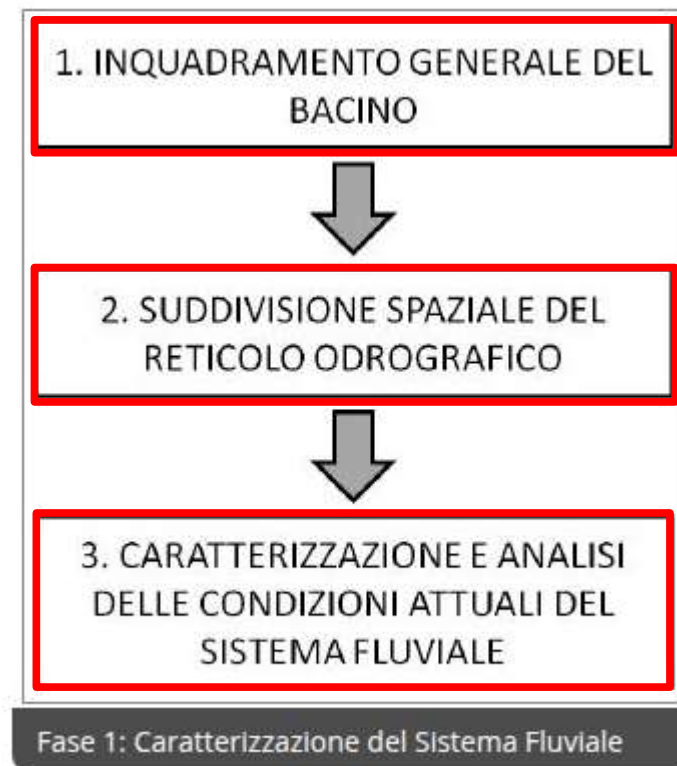
La valutazione della qualità idromorfologica avviene attraverso la definizione e il calcolo dell'**IQM (Indice di Qualità Morfologica)**



FASE 1: CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA FLUVIALE

La Fase 1 della metodologia è finalizzata a fornire:

- la **caratterizzazione del bacino idrografico e del sistema fluviale**, attraverso un inquadramento complessivo del bacino
- la **suddivisione in unità spaziali** attraverso l'applicazione di un approccio gerarchico (unità fisiografiche, segmenti, tratti)
- un'analisi dei fattori che controllano i caratteri morfologico-sedimentari e i processi fluviali, e della loro distribuzione all'interno del bacino (in pratica un'**analisi delle condizioni attuali** del sistema fluviale).



FASE 2: EVOLUZIONE PASSATA E VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI ATTUALI

Nella Fase 2 si valutano la traiettoria di evoluzione passata e le condizioni attuali dei corsi d'acqua, utilizzando in maniera sinergica l'impiego di **immagini aeree e/o satellitari**, le analisi in ambiente **GIS** e il **rilevamento** sul terreno, con la **compilazione di schede specifiche**.

In pratica, la valutazione dell'**evoluzione passata** e della **qualità morfologica** dei corpi idrici avviene attraverso l'analisi di tre componenti:

- la **funzionalità geomorfologica**: si basa sull'osservazione delle forme e dei processi del corso d'acqua nelle condizioni attuali e sul confronto con le forme e i processi attesi per la tipologia fluviale presente nel tratto in esame.
- l'**artificialità**: si valutano la presenza, frequenza e continuità delle opere o interventi antropici che possano avere effetti sui vari caratteri morfologici considerati.
- le **variazioni morfologiche**: principalmente sono considerate le variazioni di configurazione morfologica piano-altimetrica rispetto a una situazione considerata di riferimento (anni '50) in modo da verificare se il corso d'acqua abbia subito alterazioni fisiche (ad es., incisione, restringimento) e stia ancora modificandosi a causa di perturbazioni antropiche non necessariamente attuali.



Sulla base dei punteggi assegnati a ciascun indicatore, viene attribuita al tratto una classe di qualità morfologica:

Classificazione IDRAIM	
IQM	CLASSE DI QUALITA' MORFOLOGICA
$0.0 \leq \text{IQM} < 0.3$	PESSIMO O CATTIVO
$0.3 \leq \text{IQM} < 0.5$	SCADENTE O SCARSO
$0.5 \leq \text{IQM} < 0.7$	MODERATO O SUFFICIENTE
$0.7 \leq \text{IQM} < 0.85$	BUONO
$0.85 \leq \text{IQM} < 1.0$	ELEVATO

La componente idromorfologica nella determinazione della Portata di Deflusso Ecologico (Q_{DE})

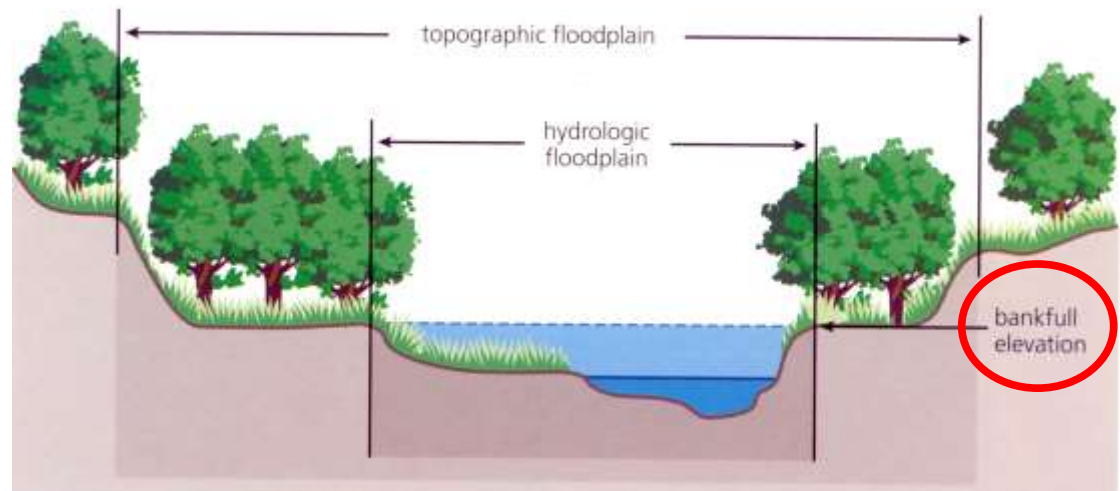
Una volta definito dagli altri operatori il valore della Portata di Deflusso Ecologico (Q_{DE}) sulla base di elementi idrologici e biologici, questa può essere confrontata sia con la **portata efficace (P_E)**, di norma più alta ($T_R = 1-3$ anni), almeno se paragonata alle portate medie naturali o misurate, sia con lo stato attuale del corso d'acqua, in termini di **Indice di Qualità Morfologica (IQM)**

Portata formativa (Portata dominante) e Portata efficace

Inglis, nel 1949, definì la **portata formativa** (o **dominante**) come *“quel valore della portata liquida che, se fosse idealmente sostituito all'intero regime delle portate per uno stesso periodo di tempo, produrrebbe la stessa forma e le stesse caratteristiche geometriche dell'alveo”*.

In pratica, è la portata d'acqua che influenza maggiormente la forma dell'alveo di un fiume nel lungo periodo.

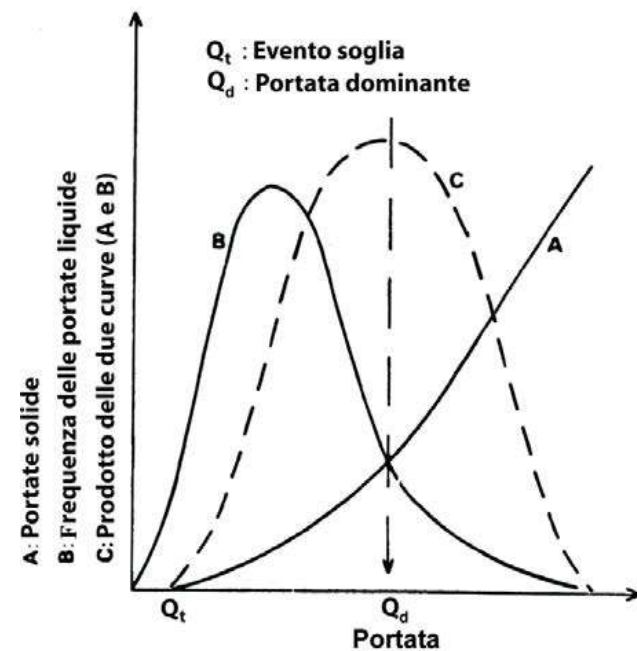
Spesso si identifica con la **portata ad alveo pieno** (*bankfull discharge*), cioè quella che riempie completamente il canale senza superare le sponde.



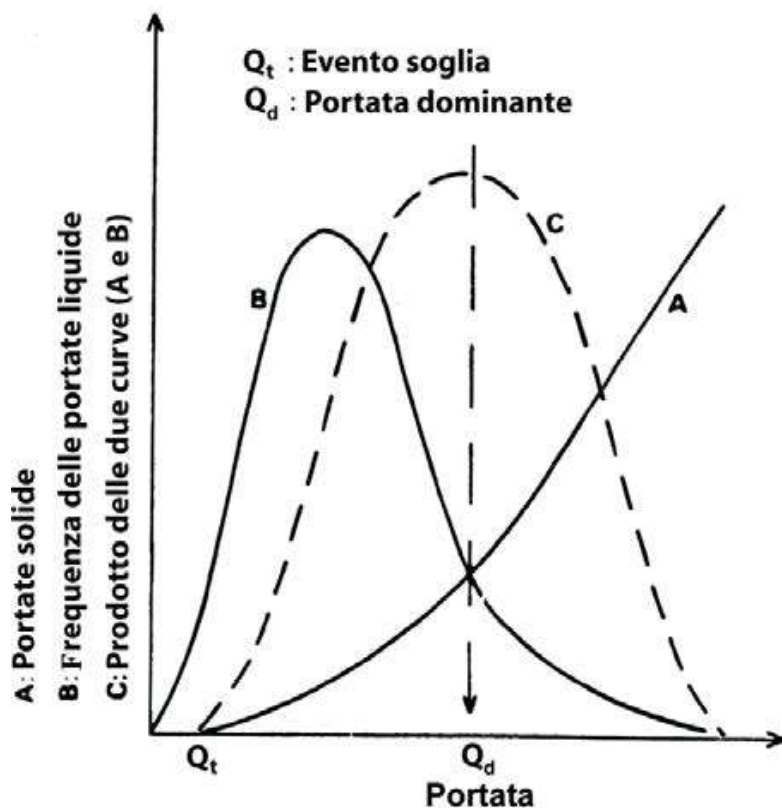
Successivamente (1960) **Wolman & Miller** impostarono il problema in termini di prodotto tra **magnitudo e frequenza delle portate liquide**.

Le portate più efficaci nel modellare l'alveo non sono né quelle relativamente basse (molto frequenti, ma in grado di trasportare solo modeste quantità di sedimenti), né quelle estreme (le quali, seppure associate a elevato trasporto solido, sono troppo infrequenti)...

... ma piuttosto quelle associate a condizioni intermedie, alle quali corrisponde il **massimo valore del prodotto tra la curva di frequenza delle portate liquide e le corrispondenti portate solide**



Così **Andrews**, nel 1980, sulla scia di quanto proposto da Wolman & Miller, ha introdotto il termine di **portata efficace** (*effective discharge*) per indicare la **portata che trasporta più sedimenti in un certo intervallo temporale**.



Dato che la frequenza associata alla portata efficace (**tempi di ritorno tra 1 e 3 anni**) è la stessa di quella che caratterizza la **portata ad alveo pieno**, le due portate spesso possono essere identificate.

La procedura che si propone per definire il “contributo idromorfologico” alla definizione della portata di deflusso ecologico (Q_{DE}) consiste nel considerare i due elementi discussi finora: P_e (portata efficace o formativa) e IQM (Indice di Qualità Morfologica)

Introduciamo il coefficiente K

$$K = \frac{Q_{ma}}{P_e} \quad (1)$$

dove:

Q_{ma} = portata media annuale **misurata** (quindi decurtata dei prelievi)

P_e = portata efficace o formativa

Generalmente, $K \leq 1$ ($K = 1$ è la situazione ideale, che non si verifica praticamente mai...)

$$K = \frac{Q_{ma}}{P_e} \quad (1)$$

Di seguito, introduciamo il coefficiente X :

$$X = P_e * (1 - K) \quad (2)$$

In pratica, X = differenza tra P_e e Q_{ma}

Infatti, sostituendo la (1) nella (2), si ha:

$$X = P_e * \left(1 - \frac{Q_{ma}}{P_e}\right) \longrightarrow X = P_e - P_e \frac{Q_{ma}}{P_e}$$

e quindi:
$$X = P_e - Q_{ma}$$

Tenendo presenti i due coefficienti così definiti:

$$K = \frac{Q_{ma}}{P_e}$$

$$X = P_e^* (1 - K)$$

X diventa una sorta di “coefficiente di controllo”, da confrontare con la Q_{DE} , nel senso che si possono verificare tre casi:

$$1) \quad Q_{DE} \geq 0.1X$$

In questo caso, il valore di Q_{DE} è da considerare accettabile

Tenendo presenti i due coefficienti così definiti:

$$K = \frac{Q_{ma}}{P_e}$$

$$X = P_e * (1 - K)$$

X diventa una sorta di “coefficiente di controllo”, da confrontare con la Q_{DE} , nel senso che si possono verificare tre casi:

$$2) \quad 0.05X \leq Q_{DE} < 0.1X$$

In questo caso, il valore di Q_{DE} è accettabile, a patto che l'**IQM** sia almeno **MODERATO (SUFFICIENTE)**; altrimenti, va inserito un coefficiente correttivo a Q_{DE} per portarla a **0.1X**

Tenendo presenti i due coefficienti così definiti:

$$K = \frac{Q_{ma}}{P_e}$$

$$X = P_e^* (1 - K)$$

X diventa una sorta di “coefficiente di controllo”, da confrontare con la Q_{DE} , nel senso che si possono verificare tre casi:

$$3) \quad Q_{DE} < 0.05X$$

In questo caso, il valore di Q_{DE} non è accettabile; va inserito un coefficiente correttivo per portarla a $0.05X \leq Q_{DE} < 0.1X$, se l'IQM è almeno **MODERATO (SUFFICIENTE)**; altrimenti, va inserito un coefficiente correttivo a Q_{DE} per portarla a $0.1X$

$$K = \frac{Q_{ma}}{P_e} \quad X = P_e * (1 - K)$$

Infatti:

- se $Q_{ma} = P_e$ (caso ideale), $K = 1$ e $X = 0$
- se $Q_{ma} < P_e$ (caso ragionevolmente più realistico), $K < 1$ ed è tanto più basso, quanto più la Q_{ma} si allontana, per difetto, dalla P_e . In questo caso, X diventa una percentuale di P_e , ed è tanto più alta, quanto più K è basso (condizioni peggiori)

Quindi, ha senso confrontare la Q_{DE} con X

Cioè, nelle condizioni peggiori (X alto), c'è necessità di innalzare Q_{DE} , in particolare se l'IQM non è almeno **MODERATO (SUFFICIENTE)**

COMMENTI

Per Q_{DE} si considera la portata di deflusso ecologico media

La scelta dei “coefficienti di controllo” **0.1X** e **0.05X** è stata fatta in analogia con quanto riscontrato in letteratura.

Nel D.G.R. 23 dicembre 2019 - n. XI/2721 della Regione Lombardia, in attuazione del deflusso ecologico (DE), con cui è stata approvata la **metodologia per la determinazione dei fattori correttivi**, si legge:



“La componente idrologica del DE è pari al 10% della portata media naturale annua, $K=0,1$. Il Bilancio Idrico Regionale infatti definisce i valori delle portate naturalizzate in chiusura di tutti i corpi idrici naturali e in altre sezioni fluviali significative. A partire dai suddetti valori, attraverso le formule di regionalizzazione è quindi possibile determinare il valore della componente idrologica del DE”.

COMMENTI

Nella stessa delibera, sono introdotti i Fattori correttivi **M, A, Z, T** il cui prodotto ($M * A * Z * T$) rappresenta la **componente ambientale del deflusso ecologico**

I Fattori correttivi hanno questo significato:

M = parametro morfologico

Z = parametro che tiene conto delle esigenze naturalistiche (N), di fruizione turistico-sociale (F) e di riduzione dei carichi inquinanti (Q)

A = parametro che tiene conto dell'interazione tra acque superficiali e sotterranee

T = parametro che tiene conto della modulazione dei rilasci nell'arco dell'anno

COMMENTI

Nella Sezione dedicata ai **criteri metodologici per la determinazione dei Fattori correttivi** e, più specificatamente, per la determinazione del Fattore correttivo **M** (morfologico), si legge:

Fattore Correttivo M: compreso tra 0.7 e 1.3

Si individuano **5 classi**:

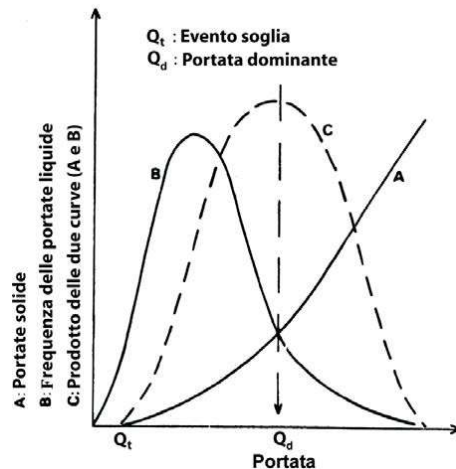
- **classe morfologica 1**: reticolo di versante in ambiente montano alpino ($0.8 \leq \mathbf{M} \leq 0.9$)
- **classe morfologica 2**: reticolo di fondovalle in ambiente montano alpino ($0.9 \leq \mathbf{M} \leq 1$)
- **classe morfologica 3**: reticolo di versante in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare ($0.9 \leq \mathbf{M} \leq 1$)
- **classe morfologica 4**: reticolo di fondovalle in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare ($1 \leq \mathbf{M} \leq 1.1$)
- **classe morfologica 5**: reticolo di pianura $1.1 \leq \mathbf{M} \leq 1.2$)



COMMENTI

...il che sembra un criterio “geografico”, piuttosto che idromorfologico...

Riteniamo pertanto più ragionevole determinare l'influenza dell'**Idromorfologia** sul calcolo della Q_{DE} considerando i parametri su esposti (P_e e IQM)....



IDRAIM
Sistema di valutazione
idromorfologica,
analisi e monitoraggio
dei corsi d'acqua



113 / 2014

MANUALI E LINEE GUIDA



*Grazie
per
l'attenzione!*

corrado.cencetti@unipg.it

